Die Naturgeschichte des Erdkörpers in ihren ersten Grundzügen

dargestellt

von

Ch. Keferstein.

Erster Theil.

Die Physiologie der Erde und Geognosie.

Leipzig, 1834.
Friedrich Fleischer.

Seinem

lieben Freunde

Herrn

Dr. Christ. Ludwig Nitzsch

ordentlichem Professor der Zoologie auf der Universität Halle

als

Denkmal innigster Hochachtung

gewidmet

vom

Verfasser.

Einleitung.

Eine allgemeine Naturgeschichte unseres Erdkörpers, als einem großen Ganzen, in ihren ersten Grundlinien wenigstens darzustellen, so weit der jetzige Stand der Wissenschaft es zuläßt, ist der Zweck dieses Werkes, wo die Naturbeschreibung im Allgemeinen vorausgesetzt und aus solcher nur entnommen wird, was zum Verständniße unumgänglich nothwendig erscheint.

Diese Naturgeschichte wird in zwei wesentliche Haupt-Abtheilungen zerfallen, von denen die eine mit den verschiedenen Bewegungen, Veränderungen und Functionen, überhaupt mit dem Thätigen des Erdkörpers sich beschäftiget, — die wir als Physiologie der Erde bezeichnen — während die andere zu ihrem Gegenstande die Entwickelungsgeschichte der Erde oder Geologie nimmt. Diese letztere stützt sich aber hauptsächlich auf die Thatsachen, welche die beschreibende Geognosie liefert, und erscheint meist nur als die speculative Geognosie. Um eine möglichst klare und reale Geologie liefern zu können, schien es unerläßlich, eine, auf Beobachtungen gestützte, der Zeit ganz gemäße Geognosie voraus zu schicken, die als Grundlage für die Geologie dient und das geschichtliche Verhältniß der anorganischen Massen zu einander lehrt, aus denen die Erdrinde bestehet. Nächst den Gesteinen spielen die organischen Wesen in der Geschichte der Erde eine gleich wichtige Rolle, und die foßilen Organismen, mit denen sich die Paläontologie beschäftiget, waren wesentlich mit zu berücksichtigen. Hiernach zerfällt unsere Naturgeschichte des Erdkörpers in vier Abschnitte, in die

Physiologie der Erde und
Geologie,
Geognosie und
Paläontologie.

Die Physiologie der Erde betrachtet den Erdkörper, wie er in dem jetzigen Momente sich verhält, jedoch nur aus dem Gesichtspunkte des Thätigen, sich Bildenden, sich Verändernden und Bewegenden; da aber jedes Thätige von dem Materiellen getragen wird, so war zuerst festzustellen: ob es nur Eine Urmaterie geben dürfte, die in vielfachen Formen erscheint, oder ob die vielfachen chemischen Elemente als wirkliche Urstoffe der Natur anzunehmen sind.

Die Bewegungen zeigen sich theils mehr mechanischer Art, werden — im Allgemeinen betrachtet — durch äußere Einflüße bedingt, wie bei dem Lichte, der Wärme ꝛc. theils erscheinen sie als unmittelbare Ausflüße der Lebenskraft, welche der Erde inne wohnt, wo wir sie von verursachenden Functionen herleiten, wie beim Athmungsprozesse; daher theilt sich diese allgemeine Physiologie in die Physik der Erde und in die specielle Physiologie der Erde, welche sich eben mit den functionellen Bewegungen beschäftiget. Mit so regem Eifer auch die Physik in ihren einzelnen Theilen behandelt ist, so wurde doch die Verknüpfung dieser zu einer Physik der Erde noch wenig versucht, und die Lehre von den functionellen Bewegungen ist zur Zeit noch so wenig bearbeitet, daß in dieser Hinsicht unsere Leistungen höchst isolirt stehen und die Folge erst lehren muß, ob die desfallsigen Ansichten allgemeinern Eingang finden werden.

Die Geologie erzählt die möglichst vollständige Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers, vom ersten Entstehen desselben ausgehend, verfolgt seine Ausbildung bis zur jetzigen Zeit, sucht die verschiedenen, durchlaufenen Perioden zu characterisiren; sie bemühet sich zu zeigen: wie zu allen Zeiten aus den jetzo waltenden Thätigkeiten alles hervorging und die anorganische Masse gebildet wurde, wie diese sich ferner umbildete zu den jetzo vorhandenen Gesteinen, besonders durch den vulkanischen Prozeß, wie dieser nebst den Erdbeben bedingt wird, wie endlich die organischen Wesen in die Geschichte der Erde verflochten sind.

Auf welche Weise der Erdkörper sich entwickelt hat, kann nur beurtheilt werden, wenn festgestellt ist: welche Straten

wirklich vorhanden sind, die durch ihre Aufeinanderfolge die Geschichte der Erde bekunden und welche organische Reste sie umschließen; deshalb wird die Geologie von einer Geognosie und Paläontologie begleitet.

Unsere Geognosie ist vorzugsweise gestützt auf vieljährige eigene Untersuchungen und liefert in so fern ein neues System, als die Formationen zum Theil auf eigenthümliche Art parallelisirt werden. Weil sie als Grundlage der Geologie dienen soll, ist stets die Bildungsweise der Straten und ihre etwa fernerweite Umbildungsart vorzugsweise im Auge gehalten.

Bei der Paläontologie haben wir zwar die Beschreibung der foßilen Körper ausgeschloßen, dagegen wird hier — und wohl zuerst in der Litteratur — versucht, ein möglichst vollständiges Verzeichniß zu geben von allen foßilen Organismen mit Angabe der Straten, in denen sie vorkommen und den Schriften, wo ihre Abbildung und Beschreibung zu finden ist. Um recht leicht sich orientiren zu können, sind innerhalb der großen Abtheilungen oder Classen die foßilen Körper alphabetisch angeführt, aber am Ende jedes Abschnittes befindet sich eine systematische Nachweisung sowohl der lebenden als foßilen Gattungen und Arten; so kann man denn auch leicht die Veränderungen übersehen, welche das organische Reich in den verschiedenen Erdperioden erlitten haben mag, ferner ob mehrfache allgemeine Schöpfungen statt fanden oder ob die jetzigen Organismen stets vorhanden gewesen seyn mögen neben ausgestorbenen Gattungen, ob das organische Reich sich allmählig höher entwickelt oder nur im Einzelnen sich verändert hat. Indem wir an 10,000 Arten von foßilen Organismen einzeln aufgeführt und nachgewiesen haben, wird man gewiß die Fortschritte anerkennen, welche die Paläontologie gemacht hat und die Wichtigkeit derselben für die Geologie.

Wenn nun erörtert ist: das jetzo auf der Erde Wirkende und sich Gestaltende, ferner auch, wie früher allmählig alles Seyende, das Organische und Anorganische, aus jetzo noch kräftigen Thätigkeiten sich entwickelt hat, dann dürften wohl die

Grundlinien einer allgemeinen Naturgeschichte des Erdkörpers als gezogen zu betrachten seyn.

Erfreulich ist es vielleicht manchem Leser, hier aus Einem Gesichtspunkte, in einem möglichst gerundeten Ganzen, die Physik und Physiologie der Erde, die Geognosie, Geologie und Paläontologie bearbeitet zu finden, auch hier den innigen Zusammenhang angedeutet zu sehen, in dem die Dinge alle mit einander stehen.

Nicht den Naturforscher allein, auch den Philosophen, in so fern die Betrachtung der Natur ihn beschäftiget, möchten wir auffordern unsere Arbeit zu prüfen, hoffend, daß sie in dieser Hinsicht nicht ganz ohne Interesse ist und wohl Grundlagen zu einer auf Thatsachen basirten Naturphilosophie enthält.

Dem Zoologen und Botaniker glauben wir keinen ganz unwesentlichen Dienst erwiesen zu haben, indem wir die ganze Reihe der bis jetzo bekannt gewordenen Gattungen und Arten von Organismen vorlegten, die den frühern Erdperioden angehören und zwar auf solche Art, daß man leicht ihren systematischen Platz übersieht.

Von einem theologischen Gesichtspunkte bei dieser Arbeit auszugehen, lag gar nicht in der Absicht; aber erfreulich war es uns zu finden, daß die dargelegten geologischen Resultate in gutem Einklange stehen mit den Angaben der Bibel und so dürfte auch der Theolog, wenn gleich ihm die Naturforschung sonst fremd ist, wohl einige Ausbeute finden.

Gar manches mag, bei der Mannigfaltigkeit der verhandelten Gegenstände, irrthümlich, unvollständig oder mangelhaft dargestellt seyn; bei dem besten Willen wurden gewiß viele Fehler begangen und bitten wir deshalb den geneigten Leser um gütige Nachsicht; gern werden wir die Mängel in der Folge zu verbessern suchen und sehr freuen würde es uns, wenn wir freundlich auf sie aufmerksam gemacht würden. Die Entfernung des Druckortes vom Wohnorte des Verfassers ist schuld, daß leider hier und da Druckfehler stehen geblieben sind.

Inhalt
des ersten Theiles.

Erste Abtheilung.
Die Physiologie der Erde.

Zweite Abtheilung.
Die Geognosie.

Erste Abtheilung.

Die Physiologie der Erde.



Erster Abschnitt.

Ueber das Wesen der materiellen Grundstoffe, ihre Bildung und Umbildung, den morphologischen und chemischen Prozeß.

Der meß= und wägbare Stoff, aus dem der Erdkörper bestehet, zeigt eine unendliche Verschiedenartigkeit, die aber durch das chemische Experiment sich auf eine Anzahl von Grundtypen zurückführen läßt, welche — für das Experiment — als das Unveränderliche erscheinen, als chemische Elemente, deren Zahl der Veränderung unterworfen ist, und jetzo etliche funfzig beträgt.

Die erste Frage, von welcher eine allgemeine Physiologie ausgehen kann, wird immer den materiellen Stoff betreffen, und zu erörtern haben: ob diese materiellen chemischen Grundstoffe wirklich gegebene, vollkommen differente Elemente der Natur sind, die an sich ganz unwandelbar erscheinen, oder ob sie, durch ein inniges Band vereint, zeitliche Modificationen einer Urmaterie sind und ihre Rollen gegen einander vertauschen können.

Der Wendepunct, um den sich die Ermittelung dieser Frage drehet, wird auf die Untersuchung gerichtet seyn: ob durch directe Beobachtung sich darlegen läßt, daß die chemischen Elemente, die Metalle, Erden, Kalien, der Sauer=, Wasser=, Kohlenstoff ꝛc. wirklich erzeugt, wirklich geboren werden können, daß sie sich darstellen lassen, ohne vorher als solche existirt zu haben. Von einer Erzeu=

gung aus Nichts kann gar nicht die Rede seyn, da aus dem Nichts nie Etwas hervorgehen wird; es kann daher nur auf eine Transmutation ankommen. Ist es nachzuweisen, daß die materiellen Stoffe, daher auch die chemischen Elemente, nur als gegenseitige Umbildungen erscheinen, so folgt: daß sie nicht gegebene materielle, differente Elemente der Natur selbst sind.

Die mit der organischen Natur beschäftigten Physiologen haben sehr allgemein die Nichtrealität der chemischen Elemente anerkannt, die Geologen dagegen gehen eben so allgemein von deren Realität aus; gleichwohl erkennt man doch immer mehr an, daß das organische und anorganische Reich in dem innigsten Verbande stehe; ist dieß aber der Fall, dann wird es von selbst wahrscheinlich, daß hier wie da, auf analoge Art die Stoffe sich bilden.

Wie die materiellen Stoffe im organischen Reiche sich bilden und umbilden, erörtert die organische Physiologie; wenn wir daher auf diesen Gegenstand hier nicht näher eingehen können, so darf er doch nicht ganz unberührt bleiben, da er auf die analogen Verhältnisse im anorganischen Reiche ein helles Licht wirft.

Die Naturforscher, die sich mit der Physiologie des Thierreiches beschäftiget haben, erkennen an: daß der Prozeß, durch welchen im Thiere das Materielle gebildet wird, ein ganz anderer sey, als der in den chemischen Laboratorien, daß dort die Stoffe nicht bloß chemisch verbunden, sondern auch neu gebildet werden; daher lehrt die thierische Chemie ganz andere Verhältnisse als die experimentelle. Der den Thieren ganz allgemeine Athmungsprozeß bietet sogleich eine der merkwürdigsten Umbildungen dar; durch alle Versuche der Physiologen, auch die neuesten, wie von Edwards (Gilbert's Annalen 73. v. J. 1823. S. 345.), W. Allen und W. Pepys (Poggendorf's Annalen 8. v. J. 1830. S. 398) ist es constatirt, daß durch den Athmungs-Prozeß sich Sauerstoff in kohlensaures Gas verwandelt, und, bei der Allgemeinheit des Prozesses, daher Kohle, in außerordentlichen Massen, fortwährend auf diese Art wirklich

erzeugt wird; bei sehr vielen Thieren wird zugleich mit Wasserdunst, daher Wasserstoff erzeugt. Sauer-, Kohlen- und Wasserstoff sind daher gewiß nicht so elementar differente Stoffe, als man gewöhnlich glaubt.

Daß der thierische Körper seine festen Bestandtheile, vorzugsweise den Kalk, nicht auf chemische Art bildet, nicht aus materiellen, z. B. kalkhaltigen Theilen, ist sehr allgemein angenommen und drängt sich von selbst auf, wenn man die großen Massen Kalk erwägt, welche die Mollusken, besonders aber die oft schleimartigen Polypen hervorbringen, da man nicht wohl begreifen kann, wo sie diese Kalkmasse im Meere oder aus den feinen Thierchen, die ihnen zur Nahrung dienen, hernehmen sollten; aber, weil das Thier organischer Nahrung bedarf, ist es nicht wohl möglich, es so zu isoliren, daß dieß Verhältniß durch ganz klare Versuche vollkommen außer Zweifel gesetzt würde.

Gehen wir aber zu dem **Reiche der Pflanzen** über, so ist es durch eine unendliche Reihe von Experimenten ganz außer allen Zweifel gesetzt, daß durch die Lebensthätigkeit der Vegetabilien ihre materiellen, chemischen Bestandtheile aus Luft und Wasser wirklich neu erzeugt werden. **Schrader**, **Braconet**, **Graf** und andere Physiologen haben Pflanzensaamen in reine Kieselerde, Schwefel, Bleioxyd, Bleischrot, auf Quecksilber oder ähnliche Körper gelegt; der atmosphärischen Luft ausgesetzt und mit destillirtem Wasser übergossen wuchsen die Pflanzen und bei der chemischen Analyse fand man ganz dieselben Bestandtheile, als bei den gleichen Pflanzen, die in gewöhnliche Erde gesäet waren; jene Pflanzen hatten aus ihrer Erde keine Atome entnommen, der Stoff, aus denen ihr materieller Körper bestehet, war ein reines Product der atmosphärischen Luft und Wasser. Alle Wasserpflanzen, die nicht in der Erde wurzeln, können allein nur aus dem Wasser ihre Nahrung nehmen. Wer sollte nicht das gleiche Experiment mit Hyazinthen-Zwiebeln gemacht oder gesehen haben, daß sie, auf reines Wasser gesetzt, sich eben so entwickeln, als in der Erde? Den augenfälligsten Beweis bildet die

schön blühende chinesische Lichtpflanze, die, frei an der Decke des Zimmers aufgehangen, üppig gedeihet, ihren materiellen Stoff daher einzig aus der atmosphärischen Luft ziehet.

Diese Beobachtungen und Versuche stellen sich so klar dar, daß auch der experimentirende Chemiker sie nicht unbeachtet lassen kann. So werden sie auch von Berzelius (Lehrbuch der Chemie II. S. 47) mit dem Bemerken angeführt: wie hier kein anderer Ausweg übrig bliebe, als anzuerkennen, daß diese chemischen Stoffe aus Luft und Wasser und den, freilich ganz differenten pulverförmigen Körpern, in welche die Saamen gesäet worden, herrührten, daher zu vermuthen wäre, daß alle in den Pflanzen sich findenden chemischen Elemente aus gemeinschaftlichen Grundstoffen zusammengesetzt wären.

Die Pflanzen-Analyse ergiebt, daß alle chemischen Stoffe, die in der Natur häufig vorkommen, auch in den Pflanzen gefunden werden, so: Sauer-, Wasser-, Stickstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, Chlor, Jod, Kohlenstoff, Bor, Kiesel, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Mangan, Eisen und Kupfer; die in der Erde nur sparsam vorkommenden Körper, wie Barium, Strontium, Beryllium, Yttrium, Zirkonium und viele Metalle sind zur Zeit in den Pflanzen noch nicht nachgewiesen, deshalb wahrscheinlich, weil die Quantitäten, mit denen der Chemiker experimentirt, immer doch nur sehr klein sind, ihm daher leicht die Stoffe entgehen würden, die nur als unendlich kleine minima sich finden.

Nachdem Meisner (Berliner Jahrbücher v. J. 1817) nachgewiesen hatte, daß mehrere Pflanzen Kupfer enthalten, verfolgte Sarceau (Journal de Pharmacie 1830 und Erdmann's Journal der technischen Chemie II. S. 133.) diesen Gegenstand weiter und zeigte unter andern: daß der Waizen, der im Laufe eines Jahres in Frankreich verzehrt wird, 3462 Kilogramme Kupfer enthält. Es ist eine allgemeine Erfahrung: daß die Metalle in der Natur nie rein vor-

kommen, sondern ein Metall stets mit mehreren andern verbunden ist; das Kupfer z. B. zeigt sich gewöhnlich silberhaltig, das Silber goldhaltig, und ein Metall ganz rein darzustellen, hat die allergrößten Schwierigkeiten; wir können daher fast mit Gewißheit annehmen, daß auch das Eisen und Kupfer der Pflanzen nicht rein seyn wird. Wäre es möglich, mit bedeutenden Massen Pflanzenkupfer zu experimentiren, so würden wir in demselben gewiß auch Silber, Gold und andere Metalle nachzuweisen vermögen.

Sind wir gezwungen, anzuerkennen, daß diejenigen chemischen Elemente, welche am häufigsten in der Natur vorkommen, wie Kiesel-, Kalk-, Thonerde, Kali oder Natron, Schwefel und Phosphor, Eisen, Mangan und Kupfer, durch die Vegetation (und Animalisation) fortwährend und in großen Massen erzeugt werden, und können wir nicht in Abrede stellen, daß mit diesen die andern chemischen Elemente im innigsten Verbande stehen, so dringt sich uns die Ueberzeugung auf: daß **alle chemischen Elemente** als Product der Organisation betrachtet werden können, daß alle aus Luft und Wasser hervorzugehen vermögen, oder: daß Sauer-, Wasser-, Stick- und Kohlenstoff sich in einander und in alle andere Stoffe umzubilden vermögen. Wo daher Luft und Wasser gegeben sind, ist die Möglichkeit vorhanden, daß alle chemischen Grundstoffe entstehen können. Hat dieß seine Richtigkeit, sind jene Stoffe nicht Elemente der Natur, sondern nur gegenseitige Modificationen, dann folgt von selbst, daß sie sich in einander transmutiren können, und das organische Reich liefert dazu eine Menge Beispiele, besonders in den Zuständen, die wir als Krankheitsformen bezeichnen. Am deutlichsten treten diese nach dem Tode der Organismen hervor, wenn durch besondere Umstände der gewöhnliche Lauf der Verwesung verhindert wird; so wandelt sich z. B. der thierische Körper zuweilen in Walrath um, statt aller differenten chemischen Elemente findet sich nichts als Kohlen- und Wasserstoff; durch den Act, den wir als Petrification bezeichnen, wird ein Baumstamm zu Braun- oder Steinkohle, Ei-

senstein, Blaueisenerde, Quarz oder Alaunstein. Eine so vollkommene Transmutation des Kohlenstoffes in Kieselerde, Thonerde oder Eisen kann einzig nur dadurch begreiflich werden, daß diese Stoffe nicht an sich differente Elemente der Natur sind, sondern zeitliche Umbildungen, die daher sich wieder in einander umzubilden vermögen.

So lange der Organismus lebt, bildet er aus chemischen Elementen bestehende Stoffe; diesen Satz wird man auch umkehren und sagen können: daß, so lange die Bildung und Metamorphose von chemischen Stoffen in gewissen individuellen Formen statt hat, dieses Individuum lebt; was aber von diesem gilt, findet auch Anwendung auf die Gattung, auf das Reich, auf die ganze Erde.

Der materielle Stoff des organischen Körpers ist, wie die Beobachtung lehrt, in ewiger Verwandlung begriffen; derselbe Prozeß, der aus dem Flüssigen neue feste Masse bildet, führt eine gleiche Menge in den Urzustand zurück. Dadurch eben, daß die bildende und entbildende Metamorphose gleichmäßig sich entgegenwirken — aus dem Flüssigen das Feste, aus diesem wieder jenes wird — bestehet das Leben, in welchem nur die Form das Constante, der Stoff das stets Wechselnde ist.

Die Stoffe, die im organischen Körper, vorzugsweise durch Metamorphose aus Luft und Wasser sich formen, erscheinen bei ihrer ersten Bildung weder in fester Gestalt, noch als chemisch reine Elemente; es entwickelt sich eine homogene Flüssigkeit, ein Chilus, aus welchem die Functionen des Körpers einen verschiedenartigen Schleim darstellen, der zu feinen Lamellen verhärtet; durch das Aneinanderlegen vieler derselben gestaltet sich das Feste mit constanter Form und Qualität, welches sich stets nach zwei Seiten, oder dynamisch leicht verändern läßt, daher wir es — für das Experiment — als ein Compositum betrachten, als Säure, Salz, Oxyd; obwohl es von der Natur durch einen Act und nicht aus verschiedenen chemischen Elementen dargestellt wurde.

Wer die Ueberzeugung gewonnen hat, daß innerhalb des organischen Reiches die chemischen Elemente aus atmosphärischer Luft und Wasser, durch eine eigenthümliche Metamorphose entstehen, wird gewiß die Frage aufwerfen, ob nicht auch die mit jenen ganz gleichen chemischen Elemente des anorganischen Reiches auf dieselbe Art entstanden sind, ob sie sich nicht durch eine ähnliche Metamorphose bilden und gebildet haben? Wenigstens wird man allgemein anerkennen, daß diese Frage nicht etwas Widersinniges in sich enthält und von sehr großem Interesse seyn muß, schon deswegen, weil die Stoffe, die nur als gegenseitige Metamorphosen erscheinen, durch ein gemeinsames inneres Band verknüpft werden, was bei an sich differenten Urstoffen der Fall nicht ist.

Wo der zerlegende Chemiker eintritt, hemmt er den Lauf der Natur; wenn er eine Blume pflückt, so wird er aus dieser vielfache Stoffe, nie aber den Saamen gewinnen, den die Natur aus derselben hervorbringt, und aus den Bestandtheilen der Blume kann er nicht auf die des Saamens schließen. Wollen wir daher die Bildungswege der Natur verfolgen, so müssen wir uns an deren unmittelbare Beobachtung halten, und dürfen nicht ausgehen von den Experimenten der Laboratorien.

Die Productionen, die uns in der Erde überall entgegen treten, die am meisten zum Beobachten und zu Versuchen geeignet erscheinen, die offenbar eine sehr große Rolle in der Oekonomie der Natur spielen, das sind die Gewässer und Luftarten, die wir innerhalb der Erde finden, die derselben fortwährend entsteigen. Die Quellen verbinden das Innere der Erde mit der Atmosphäre, sie unterhalten das allgemein über die Erde verbreitete Gewässer, sie sind eine nothwendige Bedingung des organischen Reiches, und die Masse von Wasser, beladen mit chemischen Stoffen, die fortwährend der Erde entsteigt, ist von solcher Quantität, daß hierdurch das Phänomen der Quellenbildung zu einer außerordentlichen Großartigkeit erhoben wird. Läßt sich nachweisen: daß die Quellen nicht mechanische Productionen, nicht durch chemische Auflösungen gebil-

det sind, sondern als das Resultat eines morphologischen Prozesses erscheinen, so erhält dieser für die ganze Biologie der Erde eine sehr große Bedeutung.

Wir unterscheiden Gas- und Wasserquellen, welche aber beide innigst mit einander verbunden sind, denn alle Quellen enthalten Gase, wenigstens kohlensaures Gas, welches dem Quellwasser den frischen Geschmack giebt, und die Gasquellen, die vorzugsweise aus kohlensaurem Gase, Wasserstoff-, Stick- und Schwefelwasserstoffgas bestehen, werden gewöhnlich auch von Wasser-Productionen begleitet. Das Wasser der Quellen enthält stets feste Bestandtheile, bald mehr, bald weniger, vorzugsweise Alkalien, Erden, Schwefel, Eisen, und überhaupt diejenigen chemischen Stoffe, welche im organischen Reiche durch den Lebensprozeß aus Luft und Wasser bereitet werden. Eine jede wahre Quelle hat eine eigenthümliche Quantität, Qualität und Temperatur, und das Constante hierin erliegt nur gewissen Veränderungen innerhalb gewisser Kreise. So modificiren z. B. sich gleichmäßig Quantität, Qualität und Temperatur nach den Jahres-, selbst nach den Tageszeiten. Die Quellen sind an gewisse Schichten und hier an gewisse Puncte gebunden, wo jeder Tropfen mit seiner besondern Qualität und Temperatur erzeugt wird; sie entwickeln sich gleichmäßig aus dem dichtesten und lockersten Gestein. So liegt z. B. in der norddeutschen Ebene eine Sandschicht, meist in der Tiefe von etwa 40′, ihrer Natur nach nicht verschieden von den höhern und tiefern Straten, aus der Salzquellen entspringen, während höher und tiefer nur süße Quellen liegen. Das Gestein, aus dem die Quellen entspringen, ist für dieselben ganz ohne chemischen Einfluß. So finden wir innerhalb des Steinsalzgebirges keine Salzquellen, diese dagegen entspringen aus Gesteinen, die gar kein Kochsalz enthalten. Hingen die Quellen von chemischen Auflösungen ab, so müßten wir überall in der Erde die leeren Räume finden, die mit den Quellen im Verhältniß ständen; gleichwohl ist die Erde überall ein Continuum, und die Höhlen, die wir hie und da treffen, weisen nirgends darauf hin, daß sie durch

Quellen entstanden wären. Das feste Gestein, aus dem die Quelle entspringt, giebt ihr nicht ihren Gehalt, ist nur der Körper, das Organ, an welchem der Quellen-Bildungsprozeß haftet, verhält sich ganz analog den Theilen des organischen Körpers, welchem die Function innewohnt, Flüssigkeiten von bestimmter Qualität, Quantität und Temperatur zu secerniren, ohne daß aus ihnen selbst etwas entnommen wird. Eine sehr allgemeine Erfahrung, die jeder Landmann, jeder Gärtner bestätigen wird, ist: daß die atmosphärischen Wasser nur wenige Fuß in die Erde eindringen. Von diesen kann man um so weniger die Quellen herleiten, da diese sich auch in Gegenden finden, wo so gut als gar kein Regen fällt. Nirgends in der Erde findet man auch das System von heberartigen Vorrichtungen, welches vorausgesetzt werden muß, wenn man die springenden Quellen von atmosphärischem Wasser herleiten will. Da alle Quellen kohlensaures Gas enthalten, so kann dieses nur durch einen allgemeinen Bildungsprozeß entstehen, nicht aber von localen chemischen Zersetzungen.

Betrachtet man die Quellen aus dem rein naturhistorischen Standpuncte, postulirt nicht gewisse in der Natur unnachweisbare Voraussetzungen, die dann mit chemischen Erfahrungen in Verbindung gesetzt werden, so wird man zu der Annahme eines eigenthümlichen Quellen-Bildungsprozesses geführt, der unabhängig sich zeigt von den chemischen und mechanischen Verhältnissen; unverkennbar ist dann die große Analogie, die zwischen den Flüssigkeiten in den organischen Körpern und denen innerhalb der Erdrinde statt hat. Sind jene eigenthümliche Gebilde, erzeugt nach ganz andern als chemischen und mechanischen Gesetzen, so können es auch diese seyn; hangen jene innigst zusammen mit dem Athmungs-Prozesse, und sind nur Metamorphosen von Luft und Wasser, so kann es auch bei diesen der Fall seyn..

Da der Erde fortwährend in unberechenbarer Menge Wasser entströmt, das atmosphärische Wasser aber gar nicht, wenigstens nicht in adäquatem Verhältniß in die Erde und

bis zu den Tiefen, wo wir Quellen finden, eindringt, so muß wohl von einer andern Seite her, auf gleichmäßige Weise ein Stoff sich darbieten, der zur Ausgleichung dient.

Alle anorganischen Körper absorbiren, wie die organischen, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, der daher fortwährend von der ganzen Masse der Erdrinde inhalirt wird, und sich deshalb analog dem organischen Körper verhält.

Wir werden später den Athmungsprozeß der Erde in seinen allgemeinen Beziehungen erörtern, und es genügt uns hier, zu bemerken, wie durch diesen fortwährend eine unzuberechenbare Masse von atmosphärischer Luft in die Erde, so weit es absorbirende Stoffe giebt, einströmt. Da wir nun eine fortwährende Emanation haben kennen lernen, so entspricht diese offenbar jener steten Inhalation; beide erscheinen als die zwei Seiten desselben Prozesses, dessen Product die Quellen sind, durch welchen daher die atmosphärische Luft in der Erde, wie im organischen Körper, in Wasser und eine große Reihe von chemischen Stoffen umgewandelt wird, die theils als Gasarten, theils als feste Bestandtheile emanirt werden.

Sind die Quellen das Resultat eines organischen Prozesses, ist ihr Herauftreten der entgegengesetzte Act einer steten Inhalation, dann begreift man leicht, — was sonst nicht wohl möglich ist — wie fortwährend unendliche Massen fester Stoffe zu Tage gefördert werden können, ohne daß der kleinste leere Raum entstehet, daß jede Quelle sich als ein besonderes, durch Qualität, Quantität und Temperatur ausgezeichnetes Individuum darstellt, welches wohl mit der Atmosphäre in einem gewissen Connex stehet, ohne doch von dieser auf mechanische Art abhängig zu seyn; wie die an Gehalt und Temperatur verschiedenartigsten Quellen neben einander liegen können, ohne gegenseitig auf einander einzuwirken; wie die Quellen zu Tage treten, zu einer außerordentlichen Höhe aufsteigen können, ohne daß ein heberartiger Apparat vorhanden ist, den das Wasser bedarf, welches, von der Natur getrennt, nur mechanischen Gesetzen folgt.

Daß die differenten Stoffe, aus welchen die Quellen bestehen, aus der homogenen atmosphärischen Luft durch Metamorphose entstanden sind, wird dadurch bestätiget und außer allen Zweifel gesetzt, daß innerhalb der Atmosphäre diese Differenz aufgehoben wird, die gegentheilige Metamorphose eintritt und die verschiedenen chemischen Stoffe zu atmosphärischer Luft wieder umgebildet werden. Das kohlensaure Gas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas ꝛc. verliert seine Qualität in dem Momente, wie es in die Atmosphäre tritt; auch über den allerkräftigsten Emanationen dieser Gase behält die Atmosphäre ihre constante Qualität, bestehet aus 79 Theilen Stickstoff, 21 Theilen Sauerstoff und circa $\frac{1}{1000}$ Kohlensäure, was nur möglich ist, wenn die besondern Qualitäten von Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel vernichtet, dagegen aber die von Sauer- und Stickstoff hergestellt werden. Räumt man ein — was wohl nicht zu leugnen stehet — daß Schwefel-, Wasser- und Kohlenstoff sich in Stick- und Sauerstoff durch diesen Act metamorphosiren muß, so ist der entgegengesetzte Prozeß von selbst klar, und man begreift dann wohl, wie durch den Quellen-Bildungsprozeß eine große Reihe von chemischen Elementen sich als Metamorphosen der atmosphärischen Luft bilden oder erzeugen können.

Hat man sich diesen, im Innern der Erde, mit dem Athmungs-Prozesse in Conner stehenden Stoff-Bildungs-Prozeß klar gemacht, dann wird man auch leicht die analogen Phänomene begreifen, die auf der Oberfläche der Erde statt haben, mit denen die Entwickelung und Fortbildung des Erdkörpers in unmittelbarem Verbande stehen. Auch hier werden wir überall Nachweisung finden, daß different-chemische Stoffe sich durch Metamorphose aus Luft und Wasser bilden.

Eine wichtige Rolle in der Biologie der Erde spielt die Kohle, eine Verbindung aus Kohlen- und Wasserstoff in verschiedenem Verhältniß; sie bildet einen Hauptbestandtheil des Pflanzenreiches, wo sie durch die organischen Functionen durch Metamorphose aus der atmosphärischen Luft und Was-

ser erzeugt wird; sie erscheint ferner als ein Hauptbestandtheil der Wasser= und Gasquellen, wo sie einen gleichen Ursprung hat. So augenscheinlich es ist, daß Pflanzenreste in der Erde erhalten werden, eben so gewiß ist es, daß nicht aller Kohlenstoff im Innern der Erde aus dem Pflanzenreiche stammt, und daß nur ein sehr kleiner Theil des durch die Vegetation gebildeten Kohlenstoffes der festen Erdmasse erhalten wird. Dem gewöhnlichen Laufe der Natur nach verweset die Pflanze, läßt kaum eine Spur von festen Bestandtheilen zurück. In jenen Gegenden, wo in Tausenden von Jahren immer eine Pflanzengeneration der andern folgte, der Boden mit dichter Urwaldung bedeckt ist, wo daher unsägliche Massen von Kohlenstoff producirt wurden, finden wir nicht aufgehäufte Kohlenstraten, sondern nur etwas Dammerde, die mit jener Kohlenproduction nicht im Verhältniß stehet. Wo daher der pflanzliche Körper erhalten wird, muß ein gewisses Agens thätig seyn, welches die vernichtende Fäulniß verhindert und ihn in Braun= und Steinkohle, in Torf, in Quarz, Eisenstein ꝛc. umbildet, wie wir ihn in der Erde finden.

Gegenwärtig bilden sich Kohlenstraten vorzugsweise auf doppelte Art, durch Quellen und in Torfmooren. Durch den Athmungsprozeß wird die atmosphärische Luft im Innern der Erde theils in Kohlen=, theils in Wasserstoff umgebildet; beide emaniren bald als reine Gase, bald aber in Verbindung mit einander, und wenn diese unter gewissen Proportionen statt hat, erscheinen tropfbare Flüssigkeiten, die, nach dem Gehalte an Wasserstoff, von der flüchtigen Naphtha bis zu dem zähflüssigsten Bergöl übergehen. Tritt dieses Bergöl nicht zu Tage, so durchziehet es Straten von Sand (Pechsand) oder von Kalk, die hierdurch sehr bituminös werden.

Kaum ist irgend eine Gegend reicher an Erdölquellen, als der Abfall der Karpaten in Siebenbürgen, Galizien, Lodomirien, der Walachei, Bukowina ꝛc., wo sie in außerordentlicher Menge und Stärke vorkommen. Weil man glaubte, daß diese Quellen aus Kohlenflötzen entstehen, oder mit dieser eine Verbindung haben würden, ließ die K. K.

Bergwerksbehörde in Galizien deshalb ausgedehnte Untersuchungen anstellen, die in den Jahrbüchern des polytechnischen Institutes II. S. 335 beschrieben werden, aus denen erhellet, daß diese Quellen an eine 3 Lachter mächtige Lettenschicht gebunden waren, die auf Thon liegt, in welchem man weder durch Bohren, noch Schachte irgend eine Spur von Erdölquellen fand, wodurch es klar wurde, daß diese sich in jener Lettenschicht durch spontane Erzeugung bilden.

Treten aber solche Quellen zu Tage, ohne von den Menschen benutzt zu werden, so verbreitet sich das Bergöl allmählig über eine weite Gegend, erhärtet und bildet das Stratum einer vortrefflichen Kohle, das dann oft mit Süßwasser, Kalk, Schlamm, Sand ꝛc. bedeckt wird. Im todten Meere, in dem Asphaltsee auf Trinidad bilden sich auf diese Art unter unsern Augen mächtige Kohlenlager in Landseen; Holland (Travels in the Jonian Islands. Lond. 1825. p. 280 und 291.) fand in Albanien solche Kohlenlager 40′ mächtig in der Erstreckung von vielen Meilen. Partsch (über das Detonations-Phänomen auf der Insel Meleda, Wien 1826. p. 57.), beschreibt dieselben von Vergoraz in Dalmatien. Herrmann (Poggendorf's Annalen 1831. Stück 7. p. 378.) von Grosnaga am Kaukasus. Wir sehen daher eine Reihe von Kohlenflötzen jetzo entstehen, ganz ohne Zutritt von Vegetabilien, durch neu gebildeten Kohlenstoff und vermögen durch die Geognosie nachzuweisen, daß auch in frühern Perioden der Erde sich auf diese Art Kohlen-Ablagerungen erzeugten.

Wenn dieser Kohlen-Bildungsprozeß statt im Innern der Erde, auf der Oberfläche statt hat, so erzeugt sich unser Torf. Wir kennen viele Landseen, besonders in Holland, wo fortwährend ein Kohlenschleim sich erzeugt, der mit dem Schlamme zu Boden fällt, und jährlich durch Ausbaggerung gewonnen wird. Dieß vortreffliche Brennmaterial ist unter dem Namen von Baggertorf bekannt und ohne Beihülfe und Zutritt von Vegetabilien entstanden.

In vielen Mooren erzeugt sich ein ähnlicher Kohlenschleim, der als glänzendes fettiges Häutchen auf dem Was-

ser schwimmt, alle abgestorbenen Vegetabilien einhüllt, mit ihnen zu Boden fällt, sie vor der Fäulniß schützt und mit der Zeit sie selbst in Torfsubstanz umwandelt. Allerdings bestehet daher der Torf, besonders der frische Stechtorf, aus abgestorbenen Vegetabilien, die sehr bekannten Gattungen angehören, die sich, ohngeachtet des zarten, sie umhüllenden Häutchens, sehr wohl botanisch bestimmen lassen; was aber diese Pflanzenreste mit einander verbindet, was sie vor der Fäulniß schützt, was sie in Torf umwandelt, ist nicht ein Product der Vegetation, kann nicht ein Product der Fäulniß seyn, die hier gar nicht statt hat, es kann nur als das Resultat angesehen werden eines wechselseitigen Prozesses zwischen der Erde und Atmosphäre, welcher vermittelst der **generatio aequivoca** einen Kohlenschleim producirt, durch Metamorphose aus Wasser und Luft, der, wenn er mit vegetabilischen Resten in Contact kommt, diese in Torf umzubilden vermag. Wir finden in den Kalkgebirgen ganze Straten, die fast bloß aus animalischen Resten bestehen; aber daraus folgt nicht, daß aller Kalk durch Animalien gebildet sey; eben so wenig wird man aus den an vegetabilischen Resten reichen Straten des Kohlengebirges folgern dürfen: daß alle Kohle aus dem vegetabilischen Reiche herstamme.

Wir werden im Gegentheile einen eigenthümlichen K o h l e n = und T o r f b i l d u n g s p r o z e ß anzunehmen gezwungen, der weder ein einseitiger chemischer, noch Gährungsprozeß ist. Auch hat man noch nie durch die Gährung, Faulung, oder irgend einen chemischen Prozeß einen Torf erzeugen können. In den Mooren, wo dieser Prozeß nicht statt hat, da verfaulen, bei übrigens gleichen Verhältnissen, die Pflanzen, es bildet sich ein schlammiger, ganz unbrennbarer Moor. Welche Verhältnisse nothwendig sind, damit sich durch eine **generatio aequivoca** Torfsubstanz entwickeln kann, warum sie sich an manchen Puncten bildet und nicht an andern ähnlichen, ist uns zur Zeit noch nicht bekannt, aber die Thätigkeit aller Functionen ist uns ja nicht weniger problematisch.

Unter ganz ähnlichen Verhältnissen als die Kohle, erscheint

das Eisen. Es ist ein Bestandtheil der meisten Quellen, gar nicht in Folge einer mechanischen Auflösung, oder chemischen Zersetzung, sondern der Quellen-Bildungsprozeß erzeugt jeden einzelnen Tropfen zugleich mit seinem Eisengehalte und allen sonstigen Bestandtheilen durch einen Act, durch eine Metamorphose. Häufig setzen die Quellen, wenn sie zu Tage getreten sind, ein Eisenoxydhydrat oder Eisenocher ab, der sich wohl zu Eisenoxyd, nie aber zu Limonit umbildet.

Wenn aber dieser Bildungsact, statt im Innern der Erde, auf der Oberfläche statt hat, so erzeugt sich innerhalb gewisser Striche der Limonit oder Raaseneisenstein, ein phosphorsaures Eisenoxydhydrat, welches stets Mangan, zuweilen auch Kupfer enthält.

In vielen Landseen, vorzugsweise in den nördlichen Gegenden, in Schweden, Rußland rc., bildet sich, ganz analog dem Baggertorfe, ein Eisenschleim, ohne Beihülfe von Organismen, ohne daß auf irgend eine Art materielle Eisentheilchen eingeführt werden, der mit dem Schlamme zu Boden fällt und einen Limonit erzeugt, welcher jährlich oder in sonstigen periodischen Zeiträumen weggenommen werden kann, sich aber immer wieder auf gleiche Weise fortwährend auf spontane Art herstellt.

In vielen Mooren erscheint, unter sonst gleichen Verhältnissen, statt der Torfsubstanz ein Eisenschleim und fällt als Limonit mit den abgestorbenen Vegetabilien zu Boden, die dann entweder vergehen, oder in Eisenoxyd umgebildet werden. So lange die allgemeinen Verhältnisse unverändert bleiben, setzt sich auch der Eisenbildungsprozeß fort und der weggenommene Limonit wächst, wie der Torf, nach.

Die Verbindung von Eisen, Phosphor und Mangan im Limonite ist sich überall gleich; nirgends kann man, auch nur mit einiger Sicherheit, nachweisen, daß sie auf chemische Art durch mechanisch zugeführtes Eisen und materiell zugetretenen Phosphor entstände, und da hier ein continuirlicher Prozeß statt hat, kann er nicht durch äußere Zufälligkeiten bedingt seyn. Den Limonit aus dem Pflanzenreiche abzuleiten,



wie man es so häufig mit dem Torfe thut, ist auch ohnmöglich, d..her bleibt kaum zu zweifeln übrig, daß hier jene Stoffe, wie im organischen Körper, durch Metamorphose aus der Luft erzeugt werden, daß der Erde in gewissen Strichen die Function innewohnt, durch Einwirkung auf die Atmosphäre, aus dieser, vermittelst spontaner Erzeugung, die Verbindung von Phosphor, Eisen, Mangan rc. hervorzurufen.

Manche Quellen enthalten so viel kohlensauren Kalk, daß sie an der Erdoberfläche Straten davon absetzen, nirgends aber hat man eine Erfahrung gemacht, daß diese mit mechanischen Auflösungen im Innern der Erde, mit Höhlen oder chemischen Umbildungen in irgend einem Verhältnisse ständen, und unserer Ansicht nach entstehet auch der Kalkgehalt der Quellen durch Metamorphose.

Viele Landseen, besonders in den wärmern Gegenden, setzen statt Torf, Limonit oder Schlamm, einen Süßwasserkalk ab, der aus einem Kalkschleim entstehet, welcher allmählig niederfällt, zu dichtem Kalk erhärtet und die animalischen Reste so vollkommen erhält, sie vor Fäulniß schützend, als der Torf die vegetabilischen. Man beobachtet, wie jährlich die Kalkmasse wächst, das Weggenommene sich wieder erzeugt, und wie der erhärtende Kalkschleim die abgestorbenen Organismen einhüllt.

Wir wollen beispielsweise nur erinnern an die Kalkbildung in dem schottischen See Bakie, die Lyell beschreibt (on a recent formation of freshwater limestone in den Transact. of the London geologic. Soc. II. Vol. 2. p. 73.), an die Travertinbildungen in den Seen der ungarischen Ebene von Beudant beschrieben (Voyage en Hongarie II. p. 352.), an die ähnlichen in Italien, Java, rc. und wie häufig diese Erscheinung statt hat, gehet am besten aus den großen Massen von, auf diese Art entstandenem Süßwasserkalk hervor, die wir überall, besonders in den südlichen Gegenden, verbreitet finden. Daß dieser Kalk nicht aus dem Thier- und Pflanzenreiche entstanden sey, ist hier so klar, daß man es auch noch nie zu behaupten gewagt hat. Aus zufällig hingeführten Kalktheilen kann man ihn gewiß nicht herleiten; aber stammt er

vielleicht aus Quellen, die in solche Seen münden? Daß dieß der Fall sey, darüber ist noch keine directe Erfahrung bekannt geworden, und man sollte glauben, daß sich hier dann wie gewöhnlich Schlamm bilden werde, der diese mechanisch eingeführten Kalkpartikeln mit zu Boden führte. Gleichwohl schlägt sich hier ein sehr reiner Kalk ohne Schlamm nieder, weshalb man zur Annahme eigenthümlicher Bildungsverhältnisse vera laßt werden möchte.

In den Mooren zeigt sich eine ähnliche Kalk.ildung, bekannt unter dem Namen von Wiesenmergel, der frisch so schmierig ist, daß er sich zu Ziegeln streichen läßt, an der Luft aber erhärtet und in der norddeutschen Ebene sehr häufig vorkommt, von wo er auch durch Seetzen (in v. Hoff's Magazin für die Mineralogie S. 420), Schulz (Grund- und Aufrisse im Gebiete der Bergbaukunde v. J. 1823 S. 10. und Beiträge zur Geognosie v. J. 1821. S. 23.), Bruckner (Beschreibung des Bodens von Mecklenburg v. J. 1825, S. 15.) rc. erwähnt wird. Er liegt gewöhnlich auf Torf, wechselt häufig mit diesem und Limonit, führt keine Reste von Vegetabilien, oft aber von Animalien. Dieser Wiesenmergel kann nicht von kalkhaltigen Quellen hergeleitet werden, da sein Vorkommen, seine Wechsellagerung mit Torf und Raaseneisenstein dagegen spricht; er kann auch nicht als ein Product von Animalien angesehen werden, es bleibt daher kaum etwas Anderes übrig, als ihn, wie den Torf und Limonit, aus einer spontanen Erzeugung herzuleiten, aus einer bestimmten Wechselwirkung zwischen Erde und Atmosphäre, die unter gewissen Verhältnissen einen Eisen-, einen Kohlen- oder einen Kalkschleim erzeugt. Wo Letzteres der Fall ist, da wird zugleich eine üppige Animalisation bedingt und deren Reste erhalten sich, während bei dem Torf-Bildungsprozeß die Vegetation bedingt und erhalten wird. So erscheinen Kohle und Kalk, nicht sowohl als Producte der Animalisation und Vegetation, sondern im Gegentheile wirken der Kohle- und Kalk-Bildungsprozeß bedingend und anregend auf Vegetation und Animalisation.

Die Kalkbildung unserer Moore und Landseen tritt im Meere unendlich großartiger, doch aber unter gleichen Verhältnissen auf, zeigt sich aber in den heißern Gegenden viel energischer als in den kalten. Schon an den französischen Küsten, besonders bei Marseille, liegt es klar zu Tage, wie die Kalkfelsen fortwachsen und die Tiefe, in welcher man menschliche Kunstproducte im harten Fels findet, lehrt, daß dieses nicht allzulangsam geschiehet. Es entwickelt sich an dem Felsen ein Kalkschleim, der erhärtet und auch die nahen Geschiebe und sonstigen Körper zu einer festen Breccie cementirt; so setzen sich die Straten von Alpenkalk fort, so bildet sich der jetzige Meerkalk (Calcaire méditerranéen), der nur durch seine Einmengungen vom alten Kalke zu unterscheiden ist.

Nicht allein an Kalkfelsen, auch an sandigen Stellen der Küsten zeigt sich dasselbe Phänomen; der sich entwickelnde Kalkschleim umhüllt groben oder feinen Sand, Schaalthiere rc., wodurch ein sandiger Grobkalk, oder ein kalkiger Sandstein erzeugt wird, der bald und zuweilen so sehr erhärtet, daß er als Mühlstein benutzt wird. Bei Messina in Sicilien werden bedeutende Brüche auf solches unter dem Meeresspiegel sich bildende Gestein betrieben, welches ganz wie der Torf vollkommen nachwächst, denn, was man jetzo wegnimmt, erzeugt sich bald wieder und so erhebt sich an vielen Stellen der Meeresboden bis zum Niveau des Meeres, wo dann die Bildung aufhört. Sehr genaue Beobachtungen darüber haben Saussure (Voyages dans les Alpes §. 305.) und Spalanzani (Reise in beiden Sicilien V. S. 16.) geliefert; auch leidet es gar keinen Zweifel, daß aller Grobkalk und manche andere Flötzstraten auf ganz gleiche Weise gebildet sind; die Küsten von Griechenland, Kleinasien, Indien rc. bieten überall dasselbe Phänomen dar. Ohnmöglich kann man hier die Bildung des Kalkschleims von mechanisch aufgelösten Kalktheilen, oder von Muschelschaalen herleiten, die durch Einwirkung der Sonne gebrannt würden. Dies ist um so weniger möglich, weil auf dem Grunde des tiefen Meeres, ohne Einwirkung der Sonne, die Bildung auf gleiche Art geschiehet. Wer Gelegenheit hat, Kalksteine

zu sehen, die aus dem Grunde des tiefen Meeres heraufgebracht sind, wird leicht beobachten, wie das **Corallium rubrum** und andere lebende Meer-Organismen von dichtem Kalkstein umhüllt sind, der sich also erst später, als diese Thiere, gebildet haben muß; auch setzt Charles Stokes (Transact. of the Geolog. Soc. v. J. 1822 p. 167.) dieses in einer eigenen Abhandlung klar auseinander. Daß dieses aber der Fall seyn muß, ergiebt sich am besten, wenn man ein bereits fertiges uns zugängliches Gebirge von Meerkalk betrachtet, z. B. den Jura, den Alpenkalk ꝛc., wo man recht deutlich sieht, wie der Kalkstein aufgewachsen ist, und ursprünglich in einem schleimigen Zustande sich befand, weil er die abgestorbenen Organismen einhüllte und verkittete. Wie könnte der lithographische Stein anders entstanden seyn, als aus einem Kalkschleime, der sich bei der Verhärtung in zarten Lamellen über einander legte?

Chemischen oder mechanischen Ursprunges kann der Meerkalk schon deshalb nicht seyn, weil das Meerwasser kaum eine Spur von Kalkerde enthält, der Kalk sich auch immer nur strichweise ablagert, indem Kalk-, Sand- und Moorgrund auf dem Meeresboden abwechseln. Alle Verhältnisse erwägend, wird man zu der Annahme geführt, daß durch eine Wechselwirkung zwischen dem Meergrunde und dem Meerwasser durch spontane Erzeugung, durch Metamorphose, der Kalkschleim hervorgerufen wird, auf analoge Art, als im organischen Reiche; hier sehen wir manche Pflanzen ganz aus kohlensaurem Kalke bestehen, wie die Charen, andere aus oxalsaurem Kalke, wie manche Monocotyledonen, und dieser Kalk ist durch die Wechselwirkung der Pflanze mit der Luft, aus dieser durch Metamorphose gebildet. Die Mollusken und Korallen entwickeln aus den Principien des stets mit Luft beladenen Wassers auf gleiche Art außerordentliche Massen von kohlensaurem Kalke.

Sehr bekannt ist es, daß die Kieselerde als ein häufiges Product der Vegetation erscheint, gebildet durch die Wechselwirkung der Pflanze und atmosphärischen Luft; Lampadius (Sammlung chemischer Abhandlungen III. S. 187.)

säete Roggen in reinen kohlensauren Kalk, und dennoch enthielt die Asche bei der Analyse 70 Proc., Kieselerde, 7 Proc. Braunstein, und 4 Proc. Eisen; Humphry Davy (Scheerer's Journal der Chemie III. Julius 1797, S. 75.), zeigte zuerst, daß die Epidermis der Gräser, Rohrarten und vieler andern Gewächse durch Kieselerde gebildet würde. Der Saft mancher Rohrarten in Italien erhärtet zu reinem Quarz, der unter dem Namen von Tabasheer bekannt ist, wie David Brewster (Edinburgh Journal of Sc. No. 16 und Schweigger's Journal XXII. v. J. 1828 S. 412.) nachgewiesen hat.

Nach den Untersuchungen von Grant (Bulletin des sc. natur. XII, Septbr. 1827) und Raspail (cit. loc. XII.) enthalten die Gattungen Spongia, Spongilla und die auf den Austern lebende Clionia celata Quarzkrystalle, welche das Gerüste dieser Thiere bilden, und doch nur aus den Principien der Luft und des Wassers gebildet seyn können.

Viele Quellen führen Kieselerde, die sich auch zuweilen über Tage absetzt, wie am Geiser in Island. Manche Landseen und Sümpfe schlagen statt Torf, Kalk, Eisen ꝛc. einen Schleim nieder, sehr reich an Kieselerde, auf welche Art sich der Süßwasserquarz, der Mühlstein von Paris, der Trippel des Wealdclay ꝛc. bildete.

Aus den genauen Beobachtungen von Arends (Beschreibung von Ostfriesland II. S. 90.) und Weiß (Abhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin I. v. J. 1786. S. 281.) ergiebt sich, daß der fruchtbare, unter dem Namen Schlick bekannte Meerschlamm, der vorzugsweise aus Kieselgallert bestehet und nur strichweise vorkommt, nicht von dem Schlamme der Flüsse herrührt, sondern ein unmittelbares periodisches Product des Meeres ist. Die Schlammabsätze des Meeres, ganz entfernt vom festen Lande, die strichweise mit kalkigen Absätzen wechseln, dürften wohl ähnlicher Entstehung seyn.

Solche Verhältnisse und die allgemeine Analogie, berechtigen wohl zu der Annahme, daß Kieselschleim auf gleiche

Art, als Kalk, Kohle und Eisen gebildet werden; weil aber der vom Lande den Gewässern zugeführte Schlamm diesen Selbstbildungen höchst ähnlich ist, so hält es schwer, diese durch scharfe Beobachtungen zu constituiren. Uebrigens erscheinen der Kalk, die Kohle und das Eisen fast nie rein, sondern gewöhnlich in Verbindung mit Kiesel-, Talk- und Thonerde, die mit jenen von gleichem Ursprunge sind.

Gehen wir jetzo zu den Alkalien über, so verdient das Ammoniak wohl zuerst seiner merkwürdigen chemischen Verhältnisse wegen erwähnt zu werden; wir vermögen es nämlich einestheils in 8 Proc. Stickstoff und 2 Proc. Wasserstoff zu zerlegen, anderntheils aber, wenn Quecksilber mit einwirkt, in Sauerstoff und ein Metall, welches ein Amalgam bildet und einer kristallinischen Form fähig ist; so haben wir hier ein Beispiel, wie sich aus Stick- und Wasserstoff selbst ein Metall erzeugen kann. Das Ammoniak hat aber mit den andern Alkalien eine solche Menge von Eigenschaften gemein, daß diese gewiß eine ganz ähnliche Zusammensetzung haben werden, und täglich stehet ihre Zerlegung durch das chemische Experiment zu erwarten. Sehen wir daher dieselben aus den Principien der Luft und des Wassers entstehen, so hat dies gar nichts Auffallendes.

Daß auf diese Art die Alkalien in dem organischen Reiche unendlich häufig hervorgebracht werden, ist eine ganz bekannte Sache, und mit dem Quellen-Bildungsprozeß stehen sie in so innigem Connex, daß es kaum eine Quelle geben möchte, in welcher die Analyse nicht Kali oder Natron nachzuweisen vermag. Weil alle Quellen Kohlensäure und ein Alkali enthalten, können diese ohnmöglich als zufällige Beimengungen betrachtet werden, sondern stehen offenbar im innigsten Zusammenhange mit der Wasserbildung selbst. Aber nicht minder häufig entstehen die Alkalien auf der Erde, unter unsern Augen durch spontane Erzeugung.

Nach den Untersuchungen von Bosc (**annales des mines III.**), enthält das natürliche Alaunerz, unter dem Namen **mordant** bekannt, welches sich durch einen Erdbrand

auf der Kohlengrube von St. Gorges erzeugt, nicht eine Spur von Kali und liefert keinen kristallinischen verkäuflichen Alaun, außer wenn man Kali zusetzt; wird aber das Erz eine Zeit lang der Atmosphäre ausgesetzt, dann findet sich von selbst der nöthige Kaligehalt ein, der nur aus der Atmosphäre genommen seyn kann.

Wenn wohl in unsern Siedereien der Salpeter großentheils aus Säure und Kali zusammengesetzt wird, so ist es doch außer Zweifel, daß der allergrößte Theil unseres Salpeters nicht auf diese Art, sondern durch spontane Erzeugung hervorgebracht wird, wie auch die Naturforscher anerkennen, die sich speciell mit diesem Gegenstande beschäftiget haben, so neuerlich besonders Longchamp in seiner nouvelle Théorie de la Nitrification v. J. 1826. (von der sich auch ein Auszug in den Annales des mines XIV. v. J. 1827 befindet.)

Prof. Kidd in Oxford hat sehr interessante Versuche über die Bildung von Salpeter auf Kalkstein bekannt gemacht und gezeigt: daß weder das Kali noch die Säure in dem Gesteine enthalten waren, daß sie auch nicht fertig gebildet in der Atmosphäre existirten, daß die Bildung des Salpeters durch trockne, kalte Witterung begünstiget, durch feuchte Witterung gehemmt wurde. Wenn er die Salpeterwand mit einer Lage von Schwefelwachs überzog, so erzeugte sich auf dieser doch der Salpeter, daher doch offenbar aus der Atmosphäre.

In Italien ist vorzüglich die Gegend von Molfetta in Puglia berühmt wegen der außerordentlichen Menge Salpeter, die sich hier fortwährend auf und in den kalksandigen Straten erzeugt. Indem Goviene über diesen Gegenstand in der Bibliotheca Italiana, März 1822, eine ausführliche Arbeit liefert, zeigt er: daß weder das Kali noch die Salpetersäure hier präexistirten, sondern durch spontane Erzeugung gebildet würden, erörtert auch die schon öfter gemachte Beobachtung, daß der Salpeter stets von etwas Kochsalz begleitet werde, welches gleicher Entstehung ist.

Indien ist bekanntlich so reich an Salpeter, daß man

in Europa fast aufgehört hat, ihn künstlich zu erzeugen, um ihn von dort her zu beziehen; in gewissen Strichen blühet er wie Kochsalz aus der Erde, und diese Salpeterkruste wächst nach, wie man sie wegnimmt. Daß er sich hier durch eine Wechselwirkung der Erde und Luft aus dieser erzeugt, wird auch in dem **Edinburgh philosoph. Journal Jan. 1831** ausgeführt.

Nach Eschwege (Journal von Brasilien I. S. 218.) erzeugt sich in den Höhlen von Südamerika eine unermeßliche Menge von Salpeter, indem reiner Kalkstein sich mit einer starken Kruste davon bedeckt, die immer nachwächst, so oft man sie auch wegnimmt. Dasselbe ist der Fall in den Höhlen von Ceylon, wo Joh. Davy dies Phänomen beobachtete und sich überzeugte, daß das Gestein weder Kali noch Salpetersäure enthalte. Auch in Spanien und noch vielen andern Ländern erzeugt sich auf ähnliche Weise sehr häufig Salpeter. So wiederholt sich überall das Phänomen, daß in gewissen Strichen, durch die Wechselwirkung der Erde und Atmosphäre aus dieser Kali und Salpetersäure, meist in Verbindung mit etwas Kochsalz, auf spontane Weise erzeugt wird. Hier haben die Straten die Function, fortwährend Salpeter zu bilden, ohne daß irgend ein materielles Theilchen aus ihnen entnommen wird; es ist daher derselbe Prozeß, den die Quellen darstellen, nur daß diese innerhalb der Erde liegen und mit einer Wasserproduction verbunden sind; überall erscheint aber das Kali, wie in der Pflanze, als eine Metamorphose der atmosphärischen Luft.

Mit dem Kali stehet das Natron in der allernächsten Verwandtschaft; beide kommen gewöhnlich unmittelbar verbunden vor. So giebt es z. B., wie auch Berzelius (Lehrbuch der Chemie I. S. 595.) bemerkt, keinen Salpeter ohne einen Gehalt an Kochsalz, und es ist schon deshalb zu vermuthen, daß die Entstehungsweise des einen Körpers auch die des andern seyn wird.

Der thierische Körper bildet durch eine Menge Functionen salzsaures Natron; die Pflanzen sind zum Theil, wie die

Salicornien, so reich an Natron, daß unsere meiste Soda (kohlensaures Natron) aus denselben gewonnen wird. Auch die meisten Quellen haben einen Natrongehalt, den man nur aus einer spontanen Erzeugung herleiten kann.

Auf der Oberfläche der Erde bildet sich das salzsaure oder hydrochlorsaure Natron (Kochsalz oder Chlornatrium) auf ganz gleiche Art wie der Salpeter, nur ist letzterer gewöhnlich an Kalkstein, das Kochsalz an quarzige und thonige Schichten gebunden. Wenn die Kochsalzbildung innerhalb der Erde in den nördlichen Gegenden viel energischer als in den südlichen statt zu haben scheint, so ist es dagegen der umgekehrte Fall mit der Salzbildung, die auf der Oberfläche der Erde statt hat. Läßt sich nachweisen, daß in gewissen Strichen südlicher Gegenden der Boden fortwährend Kochsalz erzeugt, ohne dasselbe oder dessen chemische Elemente zu enthalten, und ohne daß es von unten herauf dringen kann, so ist an der spontanen Erzeugung nicht wohl zu zweifeln.

Nach dem Berichte von Loba de Silveira (Neue Bibliothek der wichtigsten Reisebeschreibungen von Bertuch, Band 15 S. 219.), sind die sandigen Ebenen Brasiliens am Rio de St. Franzisco mit Salz-Incrustationen bedeckt; wenn der Fluß während der Regenzeit austritt, überschwemmt er weite Gegenden, beim Zurückzuge desselben bleiben die flachen Vertiefungen (Lagoas) mit Wasser erfüllt, welches bald als die stärkste Salzsoole erscheint, die in sehr ausgedehnten Salinen benutzt wird; der Boden selbst ist ein lockerer Sand, der an sich kein Salz enthält; unter diesem Sande findet sich überall süßes Wasser, daher kann das Salz wohl nur durch eine Wechselwirkung des Sandes mit der Atmosphäre und Flußwasser gebildet seyn.

Al. v. Humboldt (Reise in die Aequinoctial-Gegenden I. S. 510.) beschreibt den salzerzeugenden Thon der Halbinsel Araya, der, ohne selbst Salz zu enthalten, Salzkristalle entwickelt, so wie er feucht wird; wenn in der nassen Jahreszeit sich in den tiefern Stellen Regenwasser sammelt, wird es salzig und läßt beim Verdunsten eine Schicht Kochsalz zurück;

dieselbe Stelle liefert jedes Jahr gleiche Menge. Ein ähnliches Salz erzeugendes Lager findet sich auf dem Plateau von Mexico, welches nur bis auf 8 Centimeter Tiefe diese Eigenschaft hat, und wie v. Humboldt (cit. loc. IV. p. 259.) berichtet, ist man auch dort allgemein der Meinung, daß sich hier das Kochsalz wie der Salpeter auf spontane Weise durch den Einfluß der atmosphärischen Luft erzeugt.

Nach Warden (Annales des mines V. v. J. 1829 S. 303.) zeigt sich längs der Küste von Chili, südlich von Coquimbo der Boden in einer Erstreckung von 30 Meilen, 2 Fuß dick mit Salzkrusten bedeckt, die das Ansehen von Eisschollen haben, und die sich sogleich wieder ersetzen, wie sie weggenommen werden. Wenn hier Menschen oder Thiere umkommen, erhalten sich deren Körper und gehen nie in Fäulniß über.

Die asiatischen Steppen sind strichweise ganz mit Salz bedeckt; indem Eversmann in seiner Reise von Orenburg nach Buchara (Berlin 1823 S. 34.) von diesem Salzreichthume spricht, bemerkt er als eine Merkwürdigkeit, daß die Brunnen, die in diesem salzgebenden Sande gegraben wären, vollkommen süßes Wasser enthalten, das auch nicht den geringsten Salzgeschmack habe.

Nach Herrmann (Beschreibung des Uralischen Erzgebirges I. S. 57.) sind ganz nahe am Elton-See, wo bekanntlich eine ganz ungeheuere Salzerzeugung statt hat, viele Brunnen gegraben. Mit 2 Faden wird der blaue Thon durchsunken, in welchem jener See liegt, dann kommt eine Sandschicht, die vollkommen süßes Wasser liefert.

Schon Herodot erzählt, daß in den libyschen Sandwüsten die salzreichen Höhen Quellen von süßem Wasser hätten, und Hornemann in dem Tagebuche seiner Reise von Cairo nach Murzuck bemerkt S. 14, daß das Wasser allein in der obersten Sandschicht salzig oder bitter sey; grabe man nur 4′ tief, so finde sich vollkommen süßes Wasser.

Der Dr. Oudney, in einem Briefe an Jameson de dato Murzuck d. 6. Juni 1822 (Blätter für litterairische

Unterhaltung v. 1. April 1831), beschreibt ausführlich die fortwährende Salzformation in Fezzan; es bildet sich aus der Oberfläche des Sandes erst ein feiner Anflug von Salz, aber bald wird dieser immer stärker, und wächst bis zu 2′ Stärke an manchen Stellen.

Sollten solche Thatsachen uns nicht zu der Ueberzeugung führen: daß die Salzerzeugung jener Gegenden nicht durch materiell vorhandene Salztheile bewirkt wird, sondern durch spantane Erzeugung, bedingt durch Wechselwirkung der Erdschichten mit der atmosphärischen Luft und Wasser? In den Salzbergwerken von Hallein im Oestreichischen Salz-Cammergute will man die Erfahrung gemacht haben, daß das sehr alte, ausgelaugte Hasselgebirge wieder reich an Steinsalz und Gyps sich zeige, und wenn sich dieses bestätiget, so möchte es der klarste Beweis seyn von der generatio aequivoca dieser Gesteine.

Das kohlensaure Natron (Soda) erzeugt sich in besonders großer Menge ohnweit Terraneh in Nieder-Aegypten an der Westseite des Niles in einem 6 Stunden langen Thale, wo der Boden aus Sand bestehet; 6 kleine Seen liegen hier, die nur eine Tiefe von 5′ haben, deren Wasser sich in der Regenzeit etwas erhebt und dann wieder abfällt. Der Sand ist überall mit einem Anfluge von Salz bedeckt; das Wasser jener Natron-Seen zeigt sich ungemein salzig und setzt eine starke Salzkruste ab, die sich immer wieder erzeugt, wie man sie wegnimmt, welche nach unten aus Kochsalz, nach oben aus Soda bestehet; doch setzen einige Seen mehr Kochsalz, andere mehr Soda ab, letzteres findet sich vorzugsweise im vierten See. Nirgends findet man Spuren einer Salzquelle, beim Brunnengraben zeigt sich dagegen süßes Wasser und seit allerwenigstens 3000 Jahren hat sich hier fortwährend dieselbe Quantität Salz erzeugt, welches seinen Ursprung doch nur vermittelst eines steten Prozesses aus der Atmosphäre nehmen kann. Auf ganz ähnliche Art verhalten sich die Natron-Seen bei Darfour in Sennaar (Brown's Reisen S. 203.),

und im Thale Lalagumilla in der südamerikanischen Provinz Maracaibo, die Faxas im Journal of Scienc. I beschreibt.

Ueber die Natronbildung der ungarischen Ebene bei Debreczin ꝛc. giebt L. v. Oettinger (in Moll's Jahrbüchern V. v. J. 1801 S. 92.) wichtige Nachrichten. Unter der dortigen Dammerde, die ganz ohne Salzgehalt ist und vortreffliche Ziegel liefert, liegt eine ähnliche Erdschicht, welche zwar auch kein Salz enthält, aber nicht zu Ziegeln anwendbar ist, weil diese nicht austrocknen, sondern bald zerfallen; diese ist reich an Quellen, die etwas salzig sind und sich periodisch bald sehr vermehren, dann Ueberschwemmungen hervorbringen, bald vermindern; in diesem Falle bildet sich an der tiefsten Stelle eine Sodalauge, die man in den Fabriken benutzt. So weit der Boden befeuchtet wurde, blühet nur Soda aus. Die desfallsige Erzeugung richtet sich ganz nach der Witterung und den Jahreszeiten: im Frühjahr erscheint das Salz am reinsten, im Sommer gar nicht, im Herbste am häufigsten, aber mit erdigen Theilen vermischt; ein feuchter Morgen und Abend entwickelt viel Salz, während der Hitze des Tages entstehet kein Salz. Alle diese Verhältnisse sprechen um so mehr dafür, daß sich dies Salz durch Einwirkung des Wassers auf jene Erdlage auf spontane Weise entwickelt, weil man noch nirgends in der Erde Sodafelsen gefunden hat, aus deren mechanischer Auflösung das kohlensaure Natron zu Tage kommen konnte.

In der indischen Provinz Chittledrong findet man längs der Küste eine Schicht sogenannter Wascherde, die mit Wasser benetzt, immer Soda liefert; so weit diese reicht, blühet das Salz aus der Erde, und erzeugt sich in dem Maaße wieder, als es weggenommen wird (s. Kastners Gewerbsfreund I. S. 123.) Aehnliche Gegenden findet man häufig in den warmen Ländern.

In eben den innigen Bildungsbeziehungen, wie Salpeter und Soda, stehen mit dem Kochsalz auch Glaubersalz (oder schwefelsaures Natron) und Bittersalz oder schwefelsaure Talkerde; wo Chlornatron vorkommt, enthält es

auch diese Salze beigemischt, aber strichweise tritt das Kochsalz zurück und Glauber- oder Bittersalz wird vorherrschend. Vorzugsweise sind die asiatischen Steppen reich an diesen Salzen, die theils als Ausblühungen, theils in flachen Seen erscheinen und von der Kochsalzbildung ganz unzertrennlich sind; so liegen z. B. in der kirgisischen Steppe nach dem Bericht von Herrmann (Reise S. 165.) eine große Menge von Salz- und Bitterseen oft unmittelbar neben einander. Koch- und Bittersalz blühet überall aus der Erde; in der tartarischen Steppe ist es nach Pallas (Reise I. S. 94.) derselbe Fall. Leitet man das Kochsalz von Steinsalzlagern her, so muß man auch Lager von Salpeter, Soda, Glauber- und Bittersalz annehmen; da es aber diese allen unsern bisherigen Erfahrungen nach nicht giebt, so wird auch das Kochsalz einen andern Ursprung haben. Alle Verhältnisse sprechen im Gegentheile dafür: daß Kali, Natron und Talkerde, wie die mit ihnen verbundenen Substanzen, Kohle, Schwefel und Chlor, aus der Wechselwirkung der Erde und der Atmosphäre, aus letzterer durch Metamorphose entstanden sind; manche Striche erzeugen mehr dieses, andere mehr jenes Salz, und diese Salzstriche auf der Oberfläche der Erde entsprechen vollkommen den Soolenfeldern im Innern der Erde, wie sie in der Zeitschrift Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt Band III. v. J. 1825 S. 240. aus der Erfahrung nachgewiesen wurden. Hier wie dort, erzeugt sich das Salz auf spontane Weise aus gewissen Schichten, ohne daß dadurch von demselben selbst irgend ein körperliches Atom entnommen wird.

Das in und auf der Erde gebildete Salz gehet größtentheils wieder verloren, indem es von den allgemeinen Prozessen absorbirt wird, doch in einigen Seen setzt sich eine so starke Kruste von Salz ab, daß sie sich erhält und einstens wohl als Steinsalz erscheinen mag, woraus jedoch gar nicht folgt: daß alles Steinsalz auf diese Art gebildet wurde.

Mit dem Chlor kommt Jod und Brom so häufig und in steter Verbindung vor, daß diese gewiß gleicher Ent-

stehung seyn werden, und dasselbe möchte auch der Fall mit dem Fluor seyn.

Daß der Phosphor spontaner Erzeugung ist, ergiebt sich theils aus seinem häufigen Vorkommen im organischen Reiche, theils weil er ein unmittelbarer Bestandtheil des Limonites ist.

Der Schwefel, sich unmittelbar den Metallen anschließend, erscheint im Thier- und Pflanzenreiche, wo er sich in den Kohlarten und vielen andern Pflanzen findet. (Baumgärtner's Zeitschrift für Physik II. v. J. 1827.)

Die Wasserquellen enthalten alle größtentheils einen Antheil von schwefelsauren Salzen und in Gasform emanirt er aus der Erde an unendlich viel Puncten, immer in Verbindung mit Wasserstoff. Fast alle Salzquellen bringen Schwefelwasserstoff mit zu Tage, welches in größern Massen in den Schwefelquellen erscheint. Diese finden sich zwar überall, aber strichweise in ganz vorzüglicher Frequenz, wie dies z. B. in Italien der Fall ist, wo man mehrere Züge der stärksten Schwefelquellen weit hin verfolgen kann; am ausgezeichnetsten erscheinen sie in den Fumachien und Solfataren; erstere sind Gegenden, wo sehr viele, oft heiße Quellen von Schwefelwasserstoffgas emaniren, aus denen sich leicht fester Schwefel absetzt. Bei einer Solfatare entwickelt der Boden überall gleichmäßig das Gas, ohne daß es mit Heftigkeit an einzelnen Puncten hervorgestoßen wird; sie stellen dasselbe Phänomen, als die sogenannten Hundsgrotten dar, wo auf ähnliche Art kohlensaures Gas hervortritt.

Es wurde bereits die innige Verwandtschaft von Wasser- und Kohlenstoff erwähnt, die in allen Verhältnissen mit einander verbunden emaniren, als fast reines Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Naphta und zähflüssiges Bergöl, das zur Kohle- oder Kohlenhydrat erhärtet; wir sahen, wie längs den Karpathen, in ganz nahe an Tage liegenden Schichten, sich durch Metamorphose der Luft solche Quellen bilden, aus denen eine Kohle abgesetzt wurde, daß daher nicht, wie man gewöhnlich wohl meint, diese Quellen als ein Destillations-Product von Kohlenstraten zu betrachten sind.

In einer ganz ähnlichen Verwandtschaft stehet der Wasserstoff mit dem Schwefel, beide kommen fast immer, aber in sehr verschiedenem Verhältniß verbunden vor, als fast reines Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoff und Schwefelhydrat.

Ganz den Erdöl bildenden Straten analog sind die Schwefel bildenden Straten; wo der Bildungs-Prozeß an einzelnen Puncten energisch statt hat, erscheinen Fumachien, wo er gleichmäßig durch ein ganzes Stratum verbreitet ist, stellt sich uns eine Solfatare dar, durch die Wechselwirkung der Erde und Atmosphäre wird Schwefelwasserstoff oder Schwefelhydrat erzeugt, und so gediegener Schwefel dargestellt; dieser erscheint daher als Resultat der Schwefelquellen, diese aber entstehen nicht durch Destillation oder chemische Auflösung von Schwefel.

Daß die Solfataren den Heerd ihrer Thätigkeit in einer nahe unter Tage liegenden nicht mächtigen Schicht haben, und die Gase gar nicht aus großer Tiefe kommen, ergiebt sich zwar aus den Analogien mit andern Quellen, aber wir haben auch eine directe Beobachtung, die in dieser Hinsicht von großem Interesse ist. R. v. Przystanowsky in seinem Werke: über den Ursprung der Vulkane in Italien, Berlin 1822. beschreibt S. 34 die große Schwefelgrube von Scansano im Sanesischen, die mit 300 Arbeitern betrieben wird und da liegt, wo früher eine Solfatare war. Hier findet sich ein etwa 20 Lachter mächtiges Lager von einer Art Alaunerde, welche Massen von Quarz und Schwefel umschließt; es ruhet auf Apenninenkalk, wird auch großentheils von diesem bedeckt, bildet daher ein Lager in diesem Kalkstein. Indem man nun dieses abbauete, hat die Solfatare aufgehört, was doch nicht hätte der Fall seyn können, wenn die Gas-Entwickelungen von unten zugeströmt wären, die dann durch den Bergbau einen freiern Abfluß erhalten hätten; weil aber der Schwefel hier überall vorhanden ist, so konnten durch dessen Zersetzung nicht die Quellen von Schwefelwasserstoff entstehen; daß jener vielmehr sich aus diesen bildete, gehet auch daraus hervor, daß er meist noch als Schwefelhydrat erscheint. Merkwürdiger Weise

enthält derselbe auch schwefelsaures Eisen und Spiesglanz, welche beide Metalle sich offenbar gleichartig und gleichzeitig mit dem Schwefel gebildet haben. Auf ähnliche Art kommt an andern Puncten Borax vor, wie in der Gegend von Volterra in Toscana.

Schwefel in Verbindung mit Eisen erzeugt sich häufig in den Mooren, wie unter andern der Vitrioltorf lehrt, der z. B. im Oberschlesien bei Kaming, am Rhein bei Schwarzenbruch, an der Elbe bei Torgau, im Braunschweigischen bei Helmstädt vorkommt und auf Vitriol benutzt wird. Das schwefelsaure Eisenoxyd zeigt sich hier mit dem Torfe in solcher Verbindung, daß es mit diesem nur auf gleiche Art sich gebildet haben kann. Schon Delametherie (Théorie de la terre II. p. 89 und 97.) behauptet dessen spontane Erzeugung und aus Nöggerath's Darstellung (fortgesetzte Bemerkungen über fossile Baumstämme S. 20.) gehet dasselbe hervor. Hier ist das Eisen nicht aus zersetzten Eisensteinen entstanden, wohl aber bildet sich hier durch einen Desoxydationsprozeß häufig Schwefelkies. Auch unabhängig vom Torfe erzeugt sich schwefelsaures Eisen in den häufigen sogenannten sauern Mooren und Gründen, welche auf die Vegetation sehr nachtheilig einwirken, und der vom Meere abgesetzte sogenannte Knick, der ein sehr hartes unfruchtbares Erdreich bildet, enthält nach der Untersuchung von Arends (Beschreibung von Ostfriesland S. 35.) sehr viel Eisenvitriol.

Werfen wir noch einen Blick auf die Metalle, so wurde bereits ausgeführt: wie Eisen, Mangan, Kupfer und Spiesglanz unter Verhältnissen vorkommen, die wohl nicht zweifeln lassen, daß sie durch Metamorphose von Luft und Wasser gebildet sind; aber auch andere Metalle erscheinen unter Umständen, die auf eine gleiche Erzeugung schließen lassen. Der Bergkalk, der Muschel- und Alpenkalk führen Lager und Putzen von Zinkerz, meist in Verbindung von Cadmium, silberhaltigem Bleierz und Eisenstein, die nur gleichartig und gleichzeitig mit dem Kalksteine erzeugt seyn können; dasselbe ist der Fall mit den Erzen des bituminösen Mer-

gelschiefers im Mansfeldischen ꝛc., welche silberhaltiges Kupfer, Zink, Nickel, Kobald, Arsenik, Spiesglanz und Wißmuth enthalten, die sehr gleichmäßig über große Flächen verbreitet sind; daher hat man allen Grund, anzunehmen, daß auch alle andere Metalle sich auf ähnliche Art erzeugen können.

Daß die chemischen Elemente nicht an sich differente Körper sind, erhellet auch daraus, daß sie sich in einander verwandeln können, indem meist unter Beibehaltung der Form ein chemischer Grundstoff sich vollkommen in den andern metamorphosirt, ein Act, den man sehr von der chemischen Umbildung zu unterscheiden hat, wo die Stoffe bleiben, nur sich anders verbinden und dadurch neue Producte hervorbringen.

Die häufigste und bekannteste Metamorphose ist die von Feldspath und Feldspathsteinen in Porzellanerde, über welche unter andern Gehlen (v. Moll's neue Jahrbücher II. v. J. 1812 S. 321.) genaue Untersuchungen angestellt hat. Das Gestein verliert hierbei nicht allein seine Form, Härte und Schwere, indem es in den ursprünglichen amorphischen Zustand zurückkehrt, sondern erhält auch andere chemische Bestandtheile, indem es den Gehalt an Kali und Natron verliert, gleichmäßig sich auch der Gehalt an Kieselerde vermindert. Da nun dieses Verhältniß überall constant sich zeigt, diese Umbildung oft auch mitten in festem Gesteine statt hat, so kann man nicht wohl eine mechanische Einwirkung der Atmosphäre oder einen chemischen Prozeß annehmen.

Noch klarer springt eine ähnliche Metamorphose beim Speckstein in die Augen, die Steffens (Handbuch der Oryktognosie I. v. J. 1811 S. 235.) und Schneider (Schriften der mineralogischen Gesellschaft in Dresden I. v. J. 1818 S. 170.) näher erörtert haben. Der Speckstein von Göpfersgrün im Fichtelgebirge ist ein homogenes Gestein und bestehend nach der Analyse von Buchholz (Schweigger's Journal der Chemie XX. v. J. 1817 S. 284.) aus 60 Kiesel-, 30 Talkerde, 3 Eisenoxydul und 5 Wasser; es war aber früher ganz ohne Zweifel, — wie häufig die Form noch zeigt —

Glimmerschiefer, Granit, Gneis, welche an sich zusammengesetzte Gesteine auch Kristalle von Quarz, Andalusit, Kalk, Braunspath, Flußspath, Magneteisenstein, Granat ꝛc. enthielten, deren Form noch meist ganz deutlich hervortritt; die chemische Differenz dieser Gesteine ist durchaus vernichtet, statt der vielfachen chemischen Stoffe erscheinen nur Kiesel- und Talkerde und wohl mit Recht vergleicht Steffens diese Erscheinung mit jener Umbildung, durch welche thierische Körper mit allen ihren chemischen Differenzen in homogenen Wallrath metamorphosirt werden.

Aehnliche Umbildungen in Serpentin, Talk, Steinmark, Grünerde, Thon ꝛc. finden sich in den Gebirgen ungemein häufig, am klarsten aber zeigen sie sich bei einer Reihe von pseudomorphischen Kristallen; die freistehenden aufgewachsenen Kristalle von Hornstein in der Form von Kalkspath, die bei Schneeberg vorkommen und sich in fast allen Sammlungen finden, können nur durch Metamorphose entstanden seyn; das ist auch der Fall mit dem Quarze in Gestalt des Flußspathes von Beeralston und Tresztyan in Siebenbürgen, in der Gestalt der Gypskristalle (von Montmartre bei Paris), der Kalkkristalle (bei Bristol), der Flußspathkristalle (von Schwarzenberg) der Barytkristalle (von Schneeberg); bei Ilfeld, wie bei Ilmenau (s. Schweigger's Journal XXX. v. J. 1820. S. 112) kommt nicht selten der Braunstein, bei Sundwig der Rotheisenstein in der Form des Kalkspathes vor.

Die unter dem Namen von Schaumerde und Schaumkalk bekannte, im Flötzgebirge sehr verbreitete Art des kohlensauren Kalkes, hat vollkommen die Structur von Gyps, und bei Oberwiederstedt im Mansfeldischen kann man auf das deutlichste und schönste beobachten, wie jenes Gestein sich bildet, wie der kristallinische Gyps, indem er seine Structur beibehält, allmählig in kohlensauren Kalk übergehet; doch hat dieses Phänomen nur in den kristallinischen Drüsen statt, der umgebende dichte Gyps bleibt unverändert, ohnmöglich kann hier mechanisch Kohlensäure zutreten und die Schwefelsäure austreiben; man kann daher nur annehmen, daß die Schwefelsäure sich

3

in Kohlensäure metamorphosirt habe; ist aber dieses möglich, dann wird auch eine umgekehrte Metamorphose leicht anschaulich.

Der Gyps mit dem ihn so häufig begleitenden Steinsalze kommt im Flötzgebirge meistens unter sehr sonderbaren Verhältnissen vor, die unmittelbar dahin deuten, daß er nicht eine ursprüngliche Bildung sey; auch läßt schon das häufige Vorkommen von ganz wasserfreiem Anhydrit schließen, daß er nicht als Niederschlag aus dem Wasser entstand. Oft kann man, wie ohnweit Ilfeld, den Uebergang aus kohlensaurem Kalk in Anhydrit verfolgen und viele andere geognostische Verhältnisse sprechen dafür, daß der Gyps sich meist in einer verhältnißmäßig neuen Periode, aus kohlensaurem Kalk gebildet habe; da aber der Gyps häufig mitten in frischem, unverändertem Kalkstein liegt, so können es nicht Ströme von schwefelsauerm Gas gewesen seyn, die hier würkten. Mitten im Gypse liegt häufig das Steinsalz, welches daher auch als ein Product der Umbildung anzusehen seyn dürfte; daher wird man einen morphologischen Prozeß anzunehmen haben, vermöge dessen sich kohlensaurer Kalk in schwefelsauren, und dieser in Chlornatron umbildete.

Die hier angeführten Thatsachen über Bildung und Umbildung hätten sich leicht vermehren lassen, und werden offenbar in dem Verhältnisse häufiger beobachtet werden, als man auf sie aufmerksamer wird; zur Zeit suchte man solche thatsächliche Beobachtungen, die gegen hergebrachte Ansichten streiten, mehr zu übersehen, als hervor zu heben; gleichwohl gefährden sie in keiner Hinsicht die experimentelle Chemie, die es mit den gebildeten Stoffen zu thun hat und z. B. das Verhalten des Kalkes untersucht, wobei es ihr sehr gleichgültig seyn kann, ob dieser ein Urelement ist, oder aus Wasser- und Stickstoff bestehet.

Für die Zoologie war es ohne wesentlichen Einfluß, als man sich sehr allgemein von einer generatio aequivoca überzeugte; die Chemie verlor nichts an ihrem Interesse, als man die Gewißheit erhielt, daß sich die chemischen Erfahrungen auf die organischen Prozesse nicht anwenden lassen und das-

selbe wird der Fall seyn, wenn man durchaus die Ueberzeugung theilt, daß die Erd-Bildungsprozesse keine chemischen sind.

Werden alle die dargelegten Beobachtungen und Thatsachen in ihrem Zusammenhange betrachtet, so ergiebt sich das Resultat:

> daß alle unsere chemischen Elemente nicht unwandelbare Urelemente der Natur sind, sondern auf gewissen Stufen zeitlich fixirte Formen der Urmaterie; daher können sich, durch den morphologischen Prozeß der Natur selbst, alle chemischen Elemente in einander verwandeln, sich aus Luft und Wasser erzeugen und in diese sich wieder umsetzen.

Werden aber die Stoffe aus ihren natürlichen Verhältnissen, aus dem allgemeinen Zusammenhange, durch den Menschen herausgerissen und isolirt, so bleibt für diese Zeit auch die fixirte Form; was im Leben der Natur nur eine Durchgangsstufe war, bleibt nun, für das Experiment constant und unveränderlich, erscheint als chemisches Element. So lange dieß der Hand des Menschen nicht entweichen kann, ist es für das Experiment ganz unwandelbar und eine Transmutation der chemischen Elemente in einander ohnmöglich; statt der morphologischen treten nun bloß chemische Prozesse auf; in jener werden Stoffe, wie Kohle, Eisen, Sauerstoff, neu gebildet, ohne daß sie in gleicher Qualität vorhanden waren, in diesen verbinden und scheiden sich bloß wirklich vorhandene Stoffe. Der Chemiker hat daher vollkommen Recht, wenn er behauptet: daß — in seinem Laboratorio — eine Umwandlung, eine Neubildung der chemischen Elemente nicht möglich sey; ob diese aber in der freien Natur statt findet, dieß kann wieder durch Experimente im Laboratorio nicht ermittelt werden, sondern nur durch Beobachtung der freien Natur selbst, und behaupten zu wollen: daß hier alles so sich ereignen müsse, als dort, keine andern Bedingungen möglich wären, wie dort, würde eine große Anmaßung verrathen. Der

Chemiker erschließt aus seinen Beobachtungen im Laboratorio die chemischen Gesetze, die in der lebenden Natur wenig Anwendung finden; der Physiolog erschließt aus den Beobachtungen der lebenden Natur seine morphologischen Gesetze, die dem Experimente stets fremd bleiben, weil die Bedingungen hier anders als im Leben, als in der freien Natur sind. Das chemische Verhalten bestehet so lange nur, als die Isolirung bleibt; wie diese aufhört, treten andere Verhältnisse ein.

Jeder chemische Prozeß bestehet nur in Zusammensetzung und Scheidung; er setzt wenigstens zwei an sich verschiedene Stoffe voraus, von denen der eine mehr als thätiger, der andere mehr als leidender auftritt als Säure und Base, als zündender und verbrennender, als electropositiver und negativer. Das geistige Band, welches diese verschiedenen Stoffe umschlingt, ist das electrochemische Verwandtschaftsverhältniß, in dessen Gemäßheit sich die Stoffe mit einander verbinden, oder sich von einander trennen; stets aber hat ein electrodynamisches Wechselverhältniß statt, welches, von der geistigen Seite genommen, auch betrachtet werden kann als das Ausgleichungs-Resultat der electrischen Spannungen oder Kräfte; wo dann der Sauerstoff, oder überhaupt der thätige, säurende, zündende Stoff als der positiv electrische, der Gegenstoff als der negativ electrische erscheint, die sich durch den Verbrennungs- oder Oxydationsact ausgleichend verbinden. An der electrischen Säule nennen wir daher auch denjenigen den positiven Pol, welcher den Sauerstoff oder dessen Vertreter liefert, den entgegengesetzten, den negativen Pol.

Der morphologische Prozeß verhält sich zu dem chemischen so etwa, wie die generatio aequivoca zu der Fortpflanzung durch Zeugung. Alle gegebenen und vorhandenen Geschlechter pflanzen sich durch Zeugung fort, und die Zeugung folgt immer auf gleiche Art, so lange die Geschlechter gegeben bleiben. Dieses Verhalten schließt nicht auch eine andere Art der Zeugung aus, wie die spontane Erzeugung lehrt, aus welcher ursprünglich alle Geschlechter hervorgegangen sind.

Zweiter Abschnitt.

Die innern Bewegungen der materiellen Stoffe.

Alle, auch noch so starre Körper, zeigen bei näherer Betrachtung sich in fortwährender, innerer, vielfacher Bewegung, vermöge der unendlichen Elasticität der Theilchen, welche wieder in unmittelbarem Connex mit der Materie selbst stehet, daher jede Qualitätsveränderung wieder von unmittelbarem Einflusse ist auf die Elasticität und die Bewegung der Theilchen.

Indem der Körper eine mechanische Einwirkung, eine Erschütterung erleidet, er an einer Stelle eingedrückt, verdichtet wird, so erscheint, vermöge der Elasticität der Theilchen, zugleich die Gegenwirkung, ein Ausbug, eine Expansion und durch diese dynamische Anordnung der Theilchen wird eine Schwingung oder eine Welle hervorgebracht, bestehend aus einem Wellenberge, einem Wellenthale und einer in der Mitte liegenden Indifferenz. Die in dem einen Theilchen erregte Bewegung setzt sich, vermöge der Elasticität, in dem nächsten Theilchen und so immer weiter als schwingende Bewegung fort; indem sie endlich innerhalb unseres Ohres ankommt, hier eine entsprechende Schwingung hervorbringend, vernehmen wir einen Schall; der erschütterte Körper erscheint uns nun als ein schallender. Folgen diese Schallwellen sich rhytmisch, so bilden sie den Ton; die wohlklingenden Töne und Accorde geben die Harmonie.

Unser Ohr ist aber nicht vollkommen genug construirt, um jeden Schall oder Ton zu vernehmen; wir hören diesen nur, wenn die deßfalsigen Schwingungen nicht weniger als 32 und nicht mehr als 20,000 in der Secunde betragen; alle

langsamern und raschern Schwingungen gehen uns verloren; es ist daher verhältnißmäßig nur ein höchst beschränkter Kreis von Tönen, die wir zu vernehmen vermögen. Die wellenartigen, den Schall bedingenden Bewegungen sind zum Theil so beträchtlich, daß wir sie ohne ganz besondere Schwierigkeiten oft unmittelbar zu beobachten vermögen, und stets auch hat man die deßfallsigen Phänomene aus Bewegungen und nicht von einer besondern Schallmaterie hergeleitet.

Die Schallwellen setzen sich durch alle Mittel strahlenartig fort; treffen sie, von mehreren Puncten erregt, zusammen, so durchkreuzen sich sich, unverändert ihren Weg verfolgend, nur an den Durchkreuzungsstellen wirken sie auf einander ein, sie verstärken oder verschwächen sich, oder heben sich einander auf. Das Zusammentreffen oder Coincidiren gleichartiger Bewegung, z. B. eines Wellenberges mit einem Wellenberge, bewirkt eine verdoppelte Erhöhung oder Vertiefung; beim Zusammentreffen des Ungleichartigen, z. B. eines Wellenberges mit einem Wellenthale, hebt die Bewegung sich auf, es entstehet ein Punkt der Ruhe oder Interferenz, wobei stehende Schwingungen oder Wellen hervorgebracht werden, welche das Selbsttönen der Körper bedingen. Ein tönender Körper zwingt wieder einen andern, ähnlichen zum Mittönen, oder gleiche Schwingungen hervorzubringen, wenn ihm diese auch im freien Zustande nicht eigen sind. Je nach der Form und Construction des Körpers setzen sich die Bewegungen auf verschiedene Art fort; als longitudinale, transversale und drehende Schwingungen.

Die Gesetze der Schallbewegung lehrt die Acustik, die neuerlich sehr vervollkommnet ist und viel Licht auch über andere Gegenstände der Physik verbreitet hat. Aus den schönen Versuchen von Savart (Poggendorf's Annalen Bd. 16. v. J. 1826 und Annales de Chémie May 1829) ergiebt sich recht deutlich, in welchem innigen Connexe die acustischen Verhältnisse der Mineralien mit den optischen und kristallographischen stehen und wie man aus den acustischen Fi-

guren auf die kristallographische Gruppirung der Theilchen schließen kann.

Die Schallbewegungen stehen nicht isolirt, sondern im Zusammenhange mit andern Schwingungen, welche die Phänomene des Lichtes, der Wärme und des Magnetismus bedingen. Die z. B. auf das Eisen geführten Schläge, das Sägen, Bohren, Reiben rc., wodurch ein Schall hervorgebracht wird, erzeugen auch Wärme, Licht und Magnetismus, und umgekehrt werden alle diese Bewegungen auch Schallwellen hervorbringen, die freilich meist unserem Ohre entgehen.

In der Natur finden wir nun überall Bewegung, so ist z. B. die Atmosphäre fortwährend in rhytmischen Schwankungen, die sich durch das Meer und die Erde fortpflanzen; das Meer zeigt wieder rhytmische Fluthungen, die auf die Atmosphäre und die Erde einwürken; aus der Erde bewegen sich fortwährend Emanationen verschiedener Art in die Atmosphäre; überall werden daher rhytmische Schallbewegungen und Töne hervorgebracht; Atmosphäre, Erde und Meer treten als tönende Körper auf, die wieder ein Mittönen hervorbringen; die Erdkugel erscheint daher gewiß als ein harmonisch tönender Körper, wenn gleich wir nicht vermögen, die Harmonie der Sphären zu vernehmen.

Die Phänomene des Schalles sind denen des **Lichtes** vollkommen analog und seit **Huygens** dieß zuerst erkannte, hat auch die **Vibrationstheorie** allmälig die Emanationstheorie verdrängt, welche eine eigene Lichtmaterie annahm, durch deren Ausstrahlung, Ab- und Zugang die optischen Erscheinungen hergeleitet wurden.

Wir hören, indem die Schallwellen unser Ohr afficiren, wir sehen, indem die Lichtwellen unser Auge treffen; geschiehet dieß rhytmisch, unter bestimmten Verhältnissen, so erscheinen analog den Tönen, die **Farben**, die eben sowohl als jene zur Harmonie zusammentreten.

Den Schallwellen ganz ähnlich verhalten sich die Licht-

wellen, die aus einer sich entsprechenden Contraction und Expansion, einem Wellenberge und Wellenthale, einem +, — und zwischenliegenden ± Theile bestehen, nur sind diese Wellen unendlich feiner als die Schallwellen, pflanzen sich daher auch unendlich schneller fort. Die dickste, sichtbare Lichtwelle, die rothe, hat nach Frenel eine Stärke von 0,000,2859 Pariser Linien, während die Schallwelle, welche den tiefsten hörbaren Ton verursacht, 32 Fuß Stärke hat. Macht, nach Herschel, ein Körper in der Secunde 458 Billionen Schwingungen, so wird er leuchtend und erscheint roth, bei 535 Billionen gelb, bei 727 Billionen blau; schnellere Bewegungen entgehen unserem Augen. Wie wir nur einen gewissen Kreis von Schallwellen hören, sehen wir auch nur einen gewissen Kreis der Lichtwellen; Helligkeit und Dunkelheit sind relative Verhältnisse, die mit dem Baue unseres Auges in Beziehung stehen.

Die einmal angeregte Lichtwelle pflanzt sich, wie die Schallwelle, strahlenartig durch die verschiedenen Mittel fort und zwar mit einer unendlichen Geschwindigkeit; sie durchläuft in der Secunde einen Raum von etwa 40,000 Meilen.

Wie die Schallwelle, wenn sie in ein anderes Mittel trifft, theils sich fortpflanzend durchgehet, theils zurückgeworfen oder reflectirt wird, und so bei fortgesetzter Erregung das Selbsttönen bedingt, so wird auch das Licht reflectirt, bildet stehende Wellen, die das Selbstleuchten hervorbringen; dort, wie hier, verdoppeln sich theils die Wellen, theils heben sie sich durch die Interferenz auf, die ruhende, dunkle Punkte giebt.

Das irgendwo erregte Licht bringt auch in der Umgebung das Mitleuchten, analog dem Mittönen hervor.

Jeder leuchtende Körper, so auch die Sonne, erscheint nur leuchtend, und lichtausstrahlend, dadurch, daß von ihm eine Bewegung angeregt wird, die bei ihrer Fortsetzung sich nach der Qualität der verschiedenen Mittel, in denen sie statt

hat, modificirt; die Sonne strömt daher nicht eine belebende Materie aus, sondern veranlaßt nur einen Kreis eigenthümlicher Bewegungen.

Wie die Schallwellen, stehen auch die Lichtwellen im unmittelbarsten Connex mit der Qualität und daher der Structur der Körper; die Optik liefert, wie die Akustik Mittel, die innere Anordnung der materiellen Theilchen bei den Mineralien auch da wahrzunehmen, wo wir sie nicht unmittelbar zu erkennen vermögen; so lehrt die Erfahrung, daß bei den einaxigen Mineralien (wo die Theilchen nach gleichen Hauptaxen geordnet sind, als im Würfel, Achtflach &c.), die Lichtaxe mit der Kristallaxe zusammenfällt, sich die Bilder nicht verdoppeln; bei den zweiaxigen Mineralien aber, die Kristallaxe, den Winkel der optischen Axe gewöhnlich halbirt.

Wenn einerseits jede Qualitätsveränderung auf die Lichtbewegung von Einfluß ist, so wirkt auch wieder diese auf jene ein. Offenbar erregen die Lichtwellen auch Wärmewellen, daher höhere Temperatur und Expansion der Masse; die vielfachsten Versuche haben gelehrt: daß der Körper in dem Maße sich erwärmt, als er die Sonnenstrahlen absorbirt, als er zu Lichtbewegungen erregt wird; indem durch Convergläser und Hohlspiegel das Licht gleichsam verdichtet wird, erzeugt sich eine Temperatur, der fast kein Körper zu widerstehen vermag; so erzeugt auch der Stoß und das Reiben oft sehr intensives Licht. Die feinsten Lichtwellen, das violette Licht, in geringerem Grade auch die blauen und grünen Strahlen erregen die elektro-magnetischen Bewegungen und die elektro-magnetischen Erscheinungen sind wieder ihrerseits mit oft sehr intensiven Lichtentwickelungen verbunden. Das chemisch sehr leicht bewegliche salpeter- und salzsaure Silber färbt das Licht schwarz, modificirt dessen Qualität. Sonnen- und Mondlicht verändert bekanntlich die Farben der Körper und auch deren chemische Qualität.

Jeder Körper hat, schon seiner Farbe wegen, eine *specifische stete Lichtbewegung* und jede Veränderung der

Farbe ist immer mit einer wesentlichen Qualitätsveränderung verbunden.

Ueberall, wohin wir uns wenden mögen, finden wir eine innere Schwingung von Lichtwellen, die auf einander und auf das Qualitätsverhältniß einwürken. Der Inbegriff alles Lichtes der Erde wird sie zu einem leuchtenden Gestirne machen.

Die Phänomene der Wärme sind denen des Lichtes wieder so analog, daß ihre objectiven Ursachen nicht wesentlich, sondern wohl nur dem Grade nach verschieden seyn können. Früher nahm man sehr allgemein einen besondern Wärmestoff an, dessen Materialität eben so wenig darstellbar war, als der hypothetische Lichtstoff; neuerlich haben Physiker, wie Davy, Rumford ꝛc. die Erscheinungen der Wärme, wie die des Lichtes, auf wellenartige, schwingende Bewegungen zurückgeführt.

Die Wärme unterliegt auch denselben Gesetzen, erleidet dieselben Veränderungen als das Licht; beide pflanzen sich in gleichen Mitteln geradlinig mit ungeheurer Geschwindigkeit fort, werden gebrochen, reflectirt, polarisirt, absorbirt; aber wahrscheinlich werden die Wärmephänomene durch Schwingungen von längern Wellen hervorgebracht, als die des Lichtes.

Wie das Ohr durch die Schallwellen, das Auge durch die Lichtwellen, so wird unser ganzes Gemeingefühl durch die Wärmewellen afficirt; wir nennen den Körper warm, dessen Wärmewellen intensiver sind, als die unseres Körpers, daher in diesen überströmen, und bezeichnen ihn als kalt, wenn wir in ihm intensivere Wellen erregen.

Die einmal angeregten Wärmewellen pflanzen sich als Wärmestrahlen mit außerordentlicher Geschwindigkeit fort, die aber noch nicht mit Sicherheit gemessen und berechnet ist. Die Wärmestrahlen werden, z. B. durch einen Hohlspiegel, auf gleiche Weise wie Lichtstrahlen reflectirt; an der

Grenze zweier Mittel zerlegt sich der Wärmestrahl in zwei Theile, von denen der eine fortgepflanzt und absorbirt, der andere reflectirt wird. Im Verhältniß der Fortpflanzung unterscheiden wir gute und schlechte Wärmeleiter.

Jeder Körper hat eine specifische Wärme, eine stete, deßfalsige innere Bewegung, welche auf alle umgebenden Körper eine Würkung ausübt und von allen diesen wieder Einflüsse erhält.

Von besonderm Interesse ist der innige Connex, in welchem die Wärme mit der Qualität der Materie selbst stehet, indem das geistige Band, welches die Form bedingt, welches man als Anziehungskraft bezeichnet, unmittelbar durch die Wärmewellen afficirt und modificirt wird, auf analoge Art etwa, wie ein tönender Körper einen andern zum Mittönen zwingt.

Jede höhere Intensität der Wärmewellen, oder die Wärmevermehrung, expandirt den Körper, vermindert die Schwere, Dichtigkeit, die Anziehung der Theilchen gegen einander; jede Wärmeverminderung contrahirt denselben, macht ihn dichter, schwerer, vermehrt die Anziehung; so stehet das Volumen der Körper in unmittelbarem Connex mit seiner Temperatur.

Innerhalb gewisser Kreise kann der Körper sich expandiren und contrahiren, ohne eine wesentliche Umänderung zu erleiden, die aber erfolgt, wenn die Temperatur sich in höherem Grade ändert, jenen Kreis überschreitet, wo er dann eine andere Form annimmt, schmelzt, tropfbarflüssig oder dampfförmig, oder durch Verbrennung ganz vernichtet wird.

Jede auf sonstige Art erregte Volumsveränderung durch Compression rc. wirkt auch auf die Temperatur zurück, und, da jeder Körper in Gemäßheit der Expansion und Contraction auch seine electro-chemische Spannung ändert, so ergiebt sich von selbst der Connex zwischen der Wärme, dem chemischen und morphologischen Prozesse, die auch stets mit Temperaturveränderungen verbunden sind.

Für unsern Hausbedarf bringen wir die Wärme vorzugsweise durch Unterhaltung des chemischen Prozesses hervor,

durch Verbrennung; in der Natur dürfte diese Erzeugungsart schon deshalb nicht häufig seyn, weil überhaupt der rein chemische Prozeß hier selten ist, und innerhalb der Erde der Sauerstoff fehlt, welcher die Basis der Verbrennung bildet. Der organische Körper entwickelt fortwährend sehr intensive Wärme, nicht in Gemäßheit von chemischen Prozessen, sondern von morphologischen, und dieß wird auch der Fall in der unorganischen Natur seyn.

Die Atmosphäre zeigt bei der größten Qualitätsveränderlichkeit auch die größten Temperaturveränderungen; der Einfluß der Sonne kann nur ein regelmäßiger seyn, weshalb der oft so schnelle Wechsel von der Contraction und Expansion der Luftschichten abhängt, die in Gemäßheit morphologischer Prozesse erfolgen, welche meist bedingt werden durch die Emanationen der Erde. Die Temperatur der Erdrinde nimmt im Allgemeinen bis zu derjenigen Tiefe zu, bis zu welcher wir bis jetzo eingedrungen sind, und zwar ohngefähr auf jede 80 Fuß einen Grad, doch durchaus nicht gleichmäßig. Manche Straten, z. B. die kohligen, die viel atmosphärische Luft absorbiren, viel Gas exhaliren, haben stets eine viel höhere Temperatur als andere benachbarte, und man kann nicht verkennen, wie die Intensität der Wärme mit diesen morphologischen Prozessen im Zusammenhange stehet, nicht aber von einer chemischen Verbrennung, von terrestrischem Feuer herrührt; auch stehet die Temperatur der Quellen in Connex mit ihrem Bildungsprozesse. Die innere Wärme der Erde wird daher auf organische Weise erregt, weder durch einen Verbrennungsprozeß, noch durch einen glühenden Erdkern. Gewiß ist es auch, daß alle Prozesse, die in der Erde statt haben und qualitative Veränderung bedingen, auch auf die Wärmeentwickelung von Einfluß sind. Wie der organische Körper, so trägt auch die Erde die wichtigste Ursache ihrer spezifischen Wärme und der Temperaturveränderungen überhaupt, in sich selbst, und ist nicht eine todte Masse welche die deßfalsigen Einflüsse allein von Außen erhält.

Mit den Bewegungen, welche den Schall, das Licht und die Wärme bedingen, stehen nun andererseits die **electro-magnetischen** Erscheinungen in so innigem Verbande, daß man und zwar um so mehr versucht wird, sie aus einer ähnlichen Quelle herzuleiten, da sie überall als Bewegungen auftreten, die wieder mit dem Qualitativen der Materie in Connex stehen. So viel ist wenigstens gewiß, daß bis jetzo weder die electrische noch die magnetische Materie hat körperlich dargestellt werden können, auch vermindert sich die Differenz beider in dem Grade, als unsere Kenntnisse wachsen; jede magnetische Erscheinung stellt sich uns auch als eine electrische und umgekehrt, diese stets als jene dar. Wir machen jetzo die stärksten Magnete aus unmagnetischen Körpern, die mit den Drähten der electrischen Säule umwunden werden; wir vermögen dem Magnete electrische Funken zu entlocken, und bilden Magnetnadeln, indem wir die Drähte der electrischen Säule beweglich machen; überall entspricht das positiv Electrische dem nordpolaren Magnetischen, und das negativ Electrische dem südpolaren Magnetischen.

Eben sowohl, als es der Theorie gelungen ist, bei den Licht- und Wärmephänomenen den hypothetischen Stoffen die Bewegung zu substituiren, so läßt sich auch erwarten, daß man immer mehr die Materialität der electrischen und magnetischen sogenannten Materie zur Seite schieben und die deßfalsigen Phänomene auf Bewegungen zurückführen wird.

Wir haben gesehen, in welcher innigen Beziehung die Wärmewellen mit der Qualität der Masse stehen, wie sie auf diese expandirend und contrahirend einwirken, wie sie die innere Anziehung der Theilchen vermehren und vermindern; ein ohngefähr analoges Verhältniß findet sich zwischen den electromagnetischen Schwingungen und der Qualität der Masse in der Art, daß jene unter gewissen Verhältnissen die körperlichen Theilchen zu locomotorischen Bewegungen zwingen; indem jedes einzelne Theilchen rotirt, erhält der ganze Körper eine rotatorische oder eine andere Bewegung, wenn der mechanische Widerstand nicht zu groß ist, der diese Bewegung zu überwinden hat.

Anderartige Wellen durchdringen sich einander; die electromagnetischen scheinen dieß weniger zu thun, denn, wenn sich gleichartige Wellen entgegen treten, laufen sie an einander vorbei, oder stoßen sich, und somit die Körper selbst einander ab; oder es ruft die intensivere Bewegung bei der weniger intensiven die gleichartige Bewegung hervor. An ein anderes Mittel angelangt, erfolgt nicht, wie bei den Schall- und Lichtwellen, eine Theilung nebst der damit verbundenen Reflexion, sondern eine vollkommne Fortpflanzung.

Die concentrirten, sehr intensiven Wärmewellen, bringen auf andere Körper die heftigsten Wirkungen hervor, Alles fast schmelzend und verbrennend; auf analoge Art wirken auch die intensiven, concentrirten electromagnetischen Schwingungen an den Drähten der voltaischen Säule; was in ihr Bereich kommt, wird verbrannt, zerlegt und auf ähnliche Art verbrennt der electrische Funke die Luft.

Die dynamische Beschaffenheit, die wir bei den andern Wellen als Berg und Thal, als Contraction und Expansion mit zwischenliegender Differenz bezeichnen, drücken wir hier als + und — Electrizität, als Nord- und Südpol aus; der positiv electrischen Thätigkeitsäußerung entspricht der nordpolare Magnetismus, der negativ electrischen Thätigkeitsäußerung der südpolare Magnetismus; daher stößt der positiv electrische Pol den magnetischen Südpol, der electrisch negative den Nordpol ab, und umgekehrt erfolgen die Anziehungen.

Daß den electrischen Erscheinungen gewisse innere Schwingungen zum Grunde liegen, lehren deutlich die Lichtenbergischen Figuren. Erhöhen wir durch Reiben die innern Thätigkeiten einer Siegellackstange und berühren mit derselben einen Harzkuchen, bepudert mit feinem Staube, so ordnet sich dieser in Figuren, die den akustischen ganz analog sind; offenbar haben sich hier die Schwingungen in der Stange dem Harzkuchen mitgetheilt, haben hier, wie der Strich mit dem Bogen gewirkt, bewegte und ruhende Punkte und so jene Figuren hervorgebracht. Nähert man dieselbe Stange einem schwebenden höchst beweglichen Körper, wie einem Stückchen

Stroh oder Korkkügelchen, so wird dieser (analog dem Mittönen) zum Mitschwingen genöthiget, und diese Schwingungen setzen den Körper in Bewegung; sind die Schwingungen gleichartig, so erfolgt eine Abstoßung, im entgegengesetzten Falle die Anziehung. Diese, durch Reibung hervorgebrachten electromagnetischen Schwingungen zeigen sich viel großartiger in der Electrisirmaschiene, wo sie einseitig im Conductor, gegenseitig in der Leidner Flasche in thätiger Spannung erscheinen. Treten die sehr intensiven Schwingungen in ein Mittel, wo sie nicht gleichartig fortgepflanzt werden, so bedingen sie Verbrennung durch den electrischen Funken.

Was hier durch Reibung hervorgebracht wird, erregt auch der bloße Contact und dadurch in gewisser Hinsicht vollkommner, daß dabei die Erregung gleichmäßig und stetig geschiehet. Je zwei Körper erregen durch den Contact ein gegenseitiges Mitschwingen der Theilchen, oder differente electromagnetische Schwingungen, die erhöhet werden, wenn man mehrere metallische Körperpaare anwendet, die durch feuchte Leiter verbunden werden, wie in der Voltaischen Säule, wo sich die gegenseitigen Thätigkeiten in den Enden der Säule und der an diesen befindlichen Drähte concentriren. Treffen diese gegenseitigen Schwingungen auf ein anderes, weniger starres Mittel, z. B. Wasser, wo sie sich nicht gleichmäßig fortsetzen können, so wirken sie, wie ein steter electrischer Funke und bedingen Verbrennung, dadurch chemischen Prozeß und Zerlegung. Die positiv electrische Schwingung, oder der positive Drath verbrennt den negativen Theil des Wassers (oder den entsprechenden basischen Körper), wobei Sauerstoff frei wird; der negative Drath verbrennt mit dem positiven Theile des Wassers, (oder dem entsprechenden Säureprinzip) wobei Wasserstoff (oder eine sonstige Base) frei wird.

Indem die electromagnetischen Schwingungen sich fortsetzen, bilden sie die **magnetischen Strömungen**, die den Körper in eine locomotorische Bewegung setzen, wenn er beweglich ist; diese Strömungen, daher auch die deßfalsigen Bewegungen richten sich nach der Form des Körpers und nach

der Art, wie er beweglich, wo er unterstützt ist. Eine am Mittelpunkte aufgehangene oder hier unterstützte Nadel muß sich anders bewegen, als eine solche Kugel, als ein Kreis, oder als eine ganz frei schwebende Kugel. Eine magnetische Nadel bildet, ihrer Construction nach, gleichsam eine magnetische Welle mit einem Südende, Nordende und Indifferenz; ein kreisförmiger magnetischer Körper ist der Inbegriff unendlicher Nadeln, die Kugel der Inbegriff unendlicher Kreise, die magnetische Bewegung derselben kann nur eine rotirende seyn, und zwei magnetische Kreise oder Kugeln rotiren um einander in entgegengesetzter Bewegung.

Wenn einerseits Licht, Wärme, der chemische Verbrennungs- und jeder morphologische Prozeß, auch mit electromagnetischen Schwingungen und Bewegungen im Conner stehen, so ist dieß auch gegenseitig der Fall; es wird daher eben so unzulässig seyn, die Electricität allein vom chemischen Prozesse abzuleiten, als diesen allein von jenem; immer findet ein gegenseitiges dynamisches Verhalten statt. Wie jede Temperaturveränderung auf die electromagnetischen Schwingungen einwirkt, zeigen die schönen Versuche über den Thermomagnetismus von Seebeck (Poggendorf's Annalen VI. v. J. 1826) und anderer Physiker.

Unsere Erde erscheint nun als ein Körper, wo auf die mannigfachste Art fortwährend electro-magnetische Schwingungen und Bewegungen hervorgerufen werden, die ihrerseits wieder anregend wirken auf andere Erscheinungen. Die Phänomene des Lichtes, noch viel mehr die der Wärme erregen schon überall jene Bewegungen; dasselbe ist auch der Fall mit den morphologischen Prozessen, durch welche stets Stoffe geformt und entformt werden; als eine Hauptquelle für den Electromagnetismus erscheint aber die Reibung und der Contact, jene bedingt mehr die eigentlich electrischen, diese mehr die eigentlich magnetischen Phänomene.

Unsere Atmosphäre bestehet aus Schichten von verschiedener Dichtigkeit, die schon deshalb eine verschiedene electrische Spannung haben, welche durch den Einfluß der Sonne er-

höhet wird; in derselben befindet sich Wasserdampf, der beim Anhäufen Wolken bildet, die wieder gegen einander in verschiedene electrische Spannung treten; Reibungen unter einander, mit der Atmosphäre und der Erde finden fortwährend statt, stets erregen sich daher electromagnetische Schwingungen, die wieder auf die Erde, und das Meer von Einfluß sind, die selbst Bewegungen, wie Stürme rc. hervorbringen, und endlich selbst Verbrennungen durch Blitze, analog den electrischen Funken des Conductors.

Das Meer, durch die Strömungen in steter Reibung mit sich selbst, mit der Atmosphäre und der Erde, in manchen Gegenden durch die Sonne sehr erwärmt, in andern durch das Eis sehr erkältet, muß eine mächtige Quelle für den Electromagnetismus, und deßfalsige Bewegungen werden, und die Strömungen selbst werden zum großen Theil durch die verschiedene Erwärmung veranlaßt werden. Die Wasserhosen sind offenbar sehr intensive electrische Erscheinungen und Bewegungen, als das Analogon der Gewitter erhebt zuweilen das Meer, es haben Schwankungen statt, ganz den Erdbeben gleich.

Die feste Erde bestehet aus an und über einander gelegten sehr mächtigen Platten von Kalk, Kohle, Quarz, oft reich an Metallen und feuchten Thon, mächtige Metallgänge durchsetzen auf vielfache Art die Erdrinde; Wasser und Feuchtigkeit ist bald mehr, bald weniger vorhanden; die Straten haben an sich eine sehr verschiedene Temperatur, Quellen, zum Theil von hohen Wärmegraden, steigen vielfach zu Tage, die Oberfläche wird zwischen den Wendekreisen durch die Sonne erhitzt, an den Polen durch Eisfelder erkältet, fortwährend durch die Atmosphäre und die Gewässer gerieben. Alles dieses muß überall electromagnetische Schwingungen erregen, die wieder auf die Atmosphäre und das Meer von Einwürkung sind. Wie daher in der Atmosphäre vorzugsweise durch Reibung, so entstehet in der Erde durch Contact der Electromagnetismus; dort erscheinen mehr diejenigen Phänomene, die man gewöhnlich als electrische bezeichnet, hier diejenigen, die man gewöhnlich zu den magnetischen und galvanischen rechnet.

Indem nun überall und stetig electromagnetische Schwingungen und Strömungen statt haben, so bildet die Erde eine electromagnetische Kugel, die, frei im Raume hängend, vermöge jener Schwingungen bewegt wird und um ihre Axe rotirt. Die übrigen Planeten, wie auch die Sonne, werden der Erde analoge, daher auch electromagnetische Körper seyn; der Umlauf der Erde und aller Planeten um die Sonne wird in dem electromagnetischen Verhältnisse begründet seyn, welches auch die allgemeine Attraction und Repulsion begründet.

Der Inbegriff der allgemeinen electromagnetischen Schwingungen stellt sich uns als Erdmagnetismus dar, welcher nicht als das Resultat einer besondern Materie erscheint, oder als der Ausfluß eines im Innern der Erde befindlichen materiellen Magneten, sondern, wie Licht und Wärme, nur in allgemeinen Schwingungen bestehet, die in speciellen Körpern analoge Schwingungen und deßfalsige Bewegungen hervorrufen.

Von allen Körpern wird vorzugsweise das Eisen am leichtesten von den electromagnetischen Schwingungen so afficirt, daß diese sich hier mit besonderer Energie darstellen. Das Eisenoxyd in der Form von Magneteisenstein ist an sich so stark magnetisch, daß es analoge Schwingungen leicht in regulinischem Eisen und vorzüglich im Stahl hervorruft, diese zum Mitschwingen leicht bringt. Da nun der Stahl leicht zu nadelförmigen Körpern verarbeitet werden kann, die so construirt sind, daß sie auf einer feinen Spitze im Gleichgewichte ruhen, daher die innern Schwingungen höchst wenig Widerstand zu überwinden haben, so ist er besonders geeignet für Magnetnadeln, die, wenn sie sonst nicht irritirt werden, den Strömungen des Erdmagnetismus folgen. Wie eine einzelne magnetische Welle, die aus einem nördlichen, südlichen und indifferenten Puncte bestehet, so verhält sich auch jede Linie um die Erde, jeder einzelne magnetische Körper, wo sich immer die Kraft an den Polen concentrirt. Je mehr die Nadel sich dem Nordpole nähert, desto stärker wird ihr Südpol angezogen, und so umgekehrt, wo-

durch die Erscheinungen der magnetischen **Inklination** bedingt werden.

Die Erde ist weder eine glatte, noch eine vollkommene Kugel, sondern von elliptischer Gestalt, mit ihr im unmittelbaren Contact stehet ein stets bewegtes Wasserey, dessen größte Masse am Südpole liegt, wovon die Folge seyn wird, daß die Erdaxe mit ihren Polen nicht zusammen fällt mit der magnetischen Axe, und daß es überhaupt mehr als eine magnetische Axe, mehr als zwei magnetische Pole geben wird, wie die Erfahrung es lehrt. Die magnetischen Axen als das Product aller magnetischen Schwingungen sind nicht feste Linien, sondern sind steten Schwankungen unterworfen, wie die magnetischen **Declinations-Erscheinungen** darlegen; sie scheinen sich auch analog von zwei Magneten zu verhalten, sich gegen einander, vielleicht um einander zu bewegen. Die magnetischen Axen sind in steten theils langsamen, theils schnellen Oscillationen; zu letzteren gehören die zwölfstündige Horar-Oscillation, in Gemäßheit welcher die Magnetnadel in Europa um 2 Uhr Nachts die östlichste, um 2 Uhr Nachmittags die westlichste Richtung hat. Da wir ähnliche Oscillationen in der Atmosphäre und in den Emanationen der Erde finden, so scheint ein inniger Verband statt zu finden zwischen den magnetischen Schwingungen und den Przoessen, welche jene Emanationen liefern.

Die Versuche über die **Intensität** der magnetischen Schwankungen haben das Resultat gegeben: daß diese weder an allen Orten, noch zu allen Zeiten gleich ist, daß sich aber auch in bedeutenden Höhen über dem Erdboden noch keine Abnahme zeigt.

Zu den electrischen Phänomenen des Erdkörpers gehören die **Nordlichter**, die sich analog dem electrischen Lichte des Conductors verhalten; ihr Zusammenhang mit den electromagnetischen Schwingungen ergiebt sich schon durch die Irritation der Magnetnadel. Diese schönen Lichterscheinungen werden das Resultat seyn von besonders intensiven electromagnetischen Schwingungen der Erde, die, indem sie in die At-

mosphäre treten, intensive Lichtwellen hervorrufen, auch wohl selbst von einem schwachen Verbrennungsprozeß begleitet sind.

Die Erde bildet im Allgemeinen eine geschlossene Kette, die daher keine chemischen Zersetzungen und Zusammensetzungen hervorruft. Wird aber die Continuität der Erde aufgehoben, etwa durch mächtige Spalten, so tritt dadurch dynamische Polarität hervor, und die Spaltenwände werden auf analoge Art würken als die Dräthe einer galvanischen Säule, das zwischenliegende Mittel wird zersetzt und es erfolgen Gesteinsablagerungen längst den Wänden, und die besten electrischen Leiter, die Metalle werden hierbei aus weiter Ferne zusammengeführt werden. Auf diese Art, durch solche Prozesse scheinen die Gänge entstanden zu seyn, die auf keinen Fall mechanische Ausfüllungen von oben sind.

Die Verhältnisse der Erde im Großen stellt im Kleinen die Voltaische Säule, als Mikrokosmus dar; sie erregt mit großer Intensität die magnetischen Schwingungen, denn das beweglich gemachte Ende der Polardräthe, aus welchem Stoffe es auch bestehet, verhält sich ganz als eine Magnetnadel.

Der Physik verdanken wir die Erfahrungen darüber: daß alle Theile unseres Erdkörpers, von der obersten Schicht der Atmosphäre, bis zur tiefsten Schicht im Innern der Erde in den vielfachsten Schwingungen und Bewegungen fortwährend begriffen sind, die gegenseitig auf einander würken, sich bedingen und wieder in dem innigsten Connexe stehen mit den qualitativen Veränderungen der allgemeinen Materie, so daß die erhöheten Schwingungen die Qualität der Stoffe verändern, und eine qualitative Veränderung der Stoffe auf die Intensität der Bewegung würkt.

Indem die qualitative Form der Materie gegeben wurde, sey es im allgemeinen, als Luft, Wasser, Erde, oder im besondern, als Quarz, Metall, Schwefel rc., so wurden auch zugleich die Schwingungen bedingt, welche die Schall- Licht- Wärme- und electromagnetischen Phänomene darlegen.

Jedweder Körper wird von allen diesen Schwingungen innerlich bewegt, gleichsam beseelt, sie sind, wie die Bewegungen im organischen Körper, als unmittelbare Ausflüsse der allgemeinen Lebenskraft, der Weltseele zu betrachten.

Der Physiker, der uns lehrt: daß jeder Stein, die Erdrinde, der ganze Erdkörper von den vielfachsten Schwingungen, Bewegungen, urd Thätigkeiten durchzuckt und verändert wird, der den allgemeinen Connex aller dieser Bewegungen und ihren Verband mit qualitativen Veränderungen der Materie darlegt, kann ohnmöglich diese als todte, träge Masse ansehen, von einer todten Natur sprechen, denn der Physiker ist es ja, der uns belehrt, wie überall Thätigkeiten würken, daß alles in ewiger harmonischer Thätigkeit begriffen ist, daß alles im Causalnexus stehet, eine Bewegung die andere, ein Reitz den andern hervorruft.

Das Thätige wirkt auf das Materielle nicht als etwas Fremdes auf ein Fremdes, als eine bewegende Kraft auf eine todte Materie, sondern mit dem Materiellen ist auch zugleich das Thätige, Bewegende gegeben. Wie der organische Körper den Grund seiner Thätigkeiten in sich selbst trägt, so ist es auch bei dem Erdkörper der Fall; dieß nicht allein zu ahnden, sondern zur lebendigen Anschauung gebracht zu haben, möchte als der Triumph der neuern Physik erscheinen. Wohl waren die ältern Physiker hiervon überzeugt, sprachen es aus, konnten es aber nicht so klar vor Augen legen, als es jetzo der Fall ist.

Dritter Abschnitt.

Erscheinungen, die aus den gegenseitigen Verhältnissen entspringen, in denen die Erde mit andern Himmelskörpern stehet.

Die Erde trägt ohne Zweifel, wie der Organismus, den Grund der Lebensthätigkeiten, der vielfachen Schwingungen, Bewegungen und Veränderungen in sich selbst; wie aber die Organismen als Theile des Erdkörpers von diesem specielle Einflüsse erleiden, so wird auch dieser, als Theil des Sonnensystemes und des ganzen Weltalles unter dem Einflusse anderer Weltkörper stehen; schon durch die Schwingungen des Lichtes, durch die wir unendliche Weltkörper zu sehen vermögen, kommen wir mit diesen in gegenseitige Beziehung, die aber von unbemerkbarem Einfluß ist.

In der nächsten Relation befinden sich mit der Erde die Körper unseres Planetensystemes und von diesen sind es wieder drei, die einen besondern Einfluß ausüben können, die Sonne nehmlich, als Centralkörper, der Mond, der uns als Trabant begleitet und uns zunächst stehet, endlich die Cometen, welche vermöge ihrer excentrischen Bahnen der Erde sehr nahe kommen, selbst mit ihr zusammentreffen können.

Wir haben gesehen: daß unmittelbar mit der Erde selbst die electromagnetischen Schwingungen gegeben sind, in deren Gemäßheit sie um ihre Axe rotirt und einen mächtigen magnetischen Körper darstellt; die andern Planeten rotiren auf ähnliche Art, werden daher auch ähnliche magnetische Körper seyn; da aber alle die Planetenbewegungen sich andrerseits wieder auf die Sonne, als einen Centralkörper beziehen, so dürfte auch diese als der große Magnet zu betrachten seyn,

dessen electro = magnetische Schwingungen die aller Planeten anregen und unterhalten, und das Rotations = Verhältniß um die Sonne entspricht auch der magnetischen Rotation; mehrere Physiker, wie Hansteen, (Untersuchungen über den Erdmagnetismus I. S. 501) Herapart und Surgeon (philosophical Magazine v. J. 1824 No. 65. S. 179) und andere haben auch bereits die Ansicht ausgesprochen, daß das Verhältniß der Erde zur Sonne ein magnetisches wäre. Die Gesetze der Attraction und Repulsion dürften sich dereinst wohl auf die magnetischen zurückführen lassen.

Die in der Sonne erregten Lichtwellen setzen sich durch die zwischenliegenden Mittel bis zu unserer Erde fort, wodurch unsere Atmosphäre in ähnliche Schwingungen geräth und die Helle des Tages hervorgebracht wird. Das Licht erregt, vorzüglich in der Atmosphäre Wärmewellen, deren Intensität sich auch nach der verschiedenen Qualität der Schichten modificirt, wodurch die Verschiedenheit der Temperatur= Verhältnisse vorzugsweise bedingt wird. Diese Wärme stehet einerseits mit Contractionen und Expansionen in Connex, andrerseits mit den electro = magnetischen Bewegungen der Theilchen und mit den electro = chemischen Spannungen der Schichten, daher überhaupt mit den thermo = electrischen und thermo = magnetischen Verhältnissen. So gewiß es auch ist, daß diese auf solche Art erregt werden, so darf man doch diese Quelle nicht als die einzige betrachten. Die Erde rotirt von W. nach O. so, daß in 24 Stunden jeder Punct der Sonne zugekehrt wird und von ihr die wesentlichsten Einflüsse erhält, wodurch offenbar regelmäßige Schwingungen und Bewegungen bedingt werden; auch dürften die regelmäßigen Winde durch Prozesse hervorgebracht werden, die hiermit in Connex stehen. Der Umlauf der Erde um die Sonne und die Lage, die erstere gegen letztere hat, oder die Schiefe der Ekliptik verursachen den Wechsel der Jahreszeiten durch die stärkere oder mindere Einwürkung der Sonne, welche mit der Temperatur und der ganzen Thätigkeit des Erdkörpers im innigen Verbande stehet und dieser einen besondern Schwung

geben. Wegen der Regelmäßigkeit der Bewegungen können diese Thätigkeits-Erregungen, diese Licht- und Temperaturdifferenzen, electrischen und magnetischen Bewegungen auch nur regelmäßig, nicht in rhytmischen Intervallen erfolgen und die Unregelmäßigkeiten, die sie zeigen, werden von andern Einflüssen abhängen; diese Unregelmäßigkeiten sind aber meist so bedeutend, daß sie die Regel sehr verdunkeln.

Die Bahn, welche die Erde um die Sonne beschreibt, ist nicht eine kreisrunde, sondern eine Ellipse, in welcher die größte Sonnennähe das Periphelium, die größte Sonnenferne das Aphelium heißt, und in dem Periphelio befindet sich die Erde 4 Millionen Meilen der Sonne näher, als im Aphelio; der ganze Einfluß der Sonne stehet offenbar im Verhältniß mit der Sonnennähe und kann hier circa $\frac{1}{7}$ mehr als in der Sonnenferne betragen, die ganze Rotation geschiehet dort bedeutend rascher als hier. Die Erde kommt aber nicht in jedem Jahre mit demselben Punkte an ihrem Periphelio an, oder mit dem Periphelio an derselben Stelle an, sondern circa 1 Minute 2 Secunden eines Grades der Ekliptik davon entfernt, welches in 100 Jahren 1° 43′, in 1744 Jahren ein ganzes Himmelszeichen, in 5,233 Jahren einen Quadranten und in 20,931 Jahren den ganzen Kreis der Ekliptik ausmacht, in welcher Periode die ganze Haupteinwirkung der Sonne auf die Erde, von Nord nach Süd und von da wieder zurück wandert.

Diese für die ganze Oeconomie der Erde offenbar höchst wichtigen Verhältnisse hat neuerlich Richard Philipps näher erörtert (in seinem Werke: Ueber die Ursachen der materiellen Erscheinungen des Universums, übersetzt von Lebret, Stuttgard 1826. S. 160); er sucht zu zeigen: daß die vermehrte Bewegung und alle erhöheten Thätigkeiten nicht allein eine Zunahme in der Ebbe und Fluth erzeugen würden, sondern überhaupt die ganze Wassermasse gegen denjenigen Parallelkreis der Erde anhäufen müßten, auf welchen die Peripheliumkräfte würken, und daß in diesen überhaupt alle Thätigkeiten mit besonderer Energie auftreten.

Derselbe zeigt ferner, daß seit dem Jahre 2258 ante Christum keine beträchtliche Veränderung in dieser Hinsicht statt gefunden habe, bis zum Jahre 4719 auch keine Statt finden werde. Die Peripheliumskräfte würken gegenwärtig (1821) über den Parallelkreis von 23° 27′ südlicher Breite und werden sich nördlich in solchen Fortschritten bewegen, daß sie im Jahre 4719 im Mittel ihrer südlichen Abweichung ankommen, im Jahre 6463 auf den Aequator einwirken und im Jahre 8207 zum Mittel ihrer nördlichen Abweichung vorrücken, zerstörende Wirkungen auf der nördlichen Hemisphäre bedingend; sie werden zwischen den Jahren 8207 bis 15,184 diese allmählig auf ähnliche Art mit Meer bedecken, wie jetzo die südliche. Wir befinden uns gegenwärtig also etwas über die Mitte einer Periode von circa 7000 Jahren vorgerückt, während welcher die maxima der Action und Reaction der Sonnen- und Erdkräfte in der südlichen Hemisphäre liegen, daher sich hier die Gewässer anhäufen, alles feste Land unter das Meer begrabend; während dieß seit 4000 Jahren geschehen ist, und noch ferner mit geringer Abnahme noch 3000 Jahre geschehen wird, hat die entgegengesetzte Wirkung in der nördlichen Hemisphäre statt, welcher die Gewässer entzogen werden. Wie man diese Rechnung in die Zukunft, so kann man sie auch in die Vergangenheit führen und immer ergiebt sich das Resultat, daß unsere nördlichen Gegenden circa alle 20,000 Jahre einmal als tiefer Meeresgrund und als trockenes Land erscheinen; so auch die südliche Hemisphäre.

Diese auf astronomische und physikalische Grundsätze basirte Ansicht ist für die Geologie vom höchsten Interesse; es lehrt nehmlich die Geognosie, daß unsere Gegenden ganz ohne Zweifel abwechselnd tiefen Meeresgrund und festes Land darboten, welche Zustände allmählig in einander übergingen; dasselbe hat unsern Erfahrungen nach überall statt gefunden und vielfache Verhältnisse führen auf eine periodische Wanderung des Meeres, die doch wahrscheinlich mit astronomischen Verhältnissen im Verbande stehet. Finden wir nun in diesen

eine Ursache, die eine solche Wanderung bedingt, die sie der Rechnung unterwirft, so ist wohl Grund vorhanden, die Theorie mit der Beobachtung zu vereinigen; hierzu kommt, daß die Geognosie darlegt, wie die Formationen gar nicht in concentrischen Ringen die Erde umgeben, sondern mehr als Local-Producte erscheinen, von Erdthätigkeiten, die auf bestimmte Flächen eingewirkt haben. Daß eine solche periodische Wanderung von Meer und Land auf den ganzen Habitus der Organismen vom höchsten Einfluß seyn muß, ist an sich klar; müssen Thiere und Pflanzen allmählig von Süd nach Nord und umgekehrt wandern, so wird dieß, so allmählig es auch geschehen mag, auf das Vergehen und Entstehen von Gattungen und Arten vom wesentlichsten Einfluß seyn.

Die Schiefe der Ekliptik, von der vorzugsweise die Regelmäßigkeit der Jahreszeiten abhängt, zeigt eine allmählige Abnahme, die jetzo 52 Secunden in einem Jahrhundert beträgt, daher 6,923 Jahre zu einem Grade erforderlich sind; ginge diese Abnahme progressiv so fort, so würden circa 150,000 Jahre erforderlich seyn, ehe unsere Gegenden in die Tropen-Region kämen; aber aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Schiefe der Ekliptik nur kleinen oscillatorischen Schwankungen unterworfen und wird eben so wieder zunehmen, als sie jetzo abnimmt. Da die Astronomen der Ansicht sind, daß das frühere tropische Clima von Europa nicht wohl als das Resultat der jetzigen unbedeutenden Abnahme der Schiefe der Ekliptik zu betrachten wäre, so muß die Geologie dafür andere Gründe aufzusuchen sich bemühen.

Auch die Erdaxe ist nicht unbeweglich, sie gehet in 72 Jahren um einen Grad, und in 25,920 Jahren oder in dem platonischen Jahre einmal um die Pole der Ekliptik herum, welche Bewegung mit dem Vorrücken der Nachtgleiche oder der Präcession belegt wird, die in 18jährigen Ellipsen durch die Nutation statt hat.

---

*) Conf. Delambre in Cuvier's Werk über die Umwälzungen der Erdrinde, S. 240 der Uebersetzung v. J. 1830.

Die Ursache ist uns noch nicht gehörig bekannt, welche diese Bewegung der Erdaxe bedingt, aber auf jeden Fall muß diese auf die ganze Oeconomie der Erde von Einfluß seyn.

Wie die Erde zur Sonne, so verhält sich in vieler Hinsicht der **Mond** zur Erde; er ist ihr Trabant, begleitet ihre Bewegungen, stehet ihr am nächsten, und das gegenseitige Verhalten dürfte als ein magnetisches zu betrachten seyn; die allgemeine Attraction und Repulsion ist dann eine Folge der electro-magnetischen Bewegung und beide Körper verhalten sich gegenseitig als zwei Magnete, die in inniger gegenseitiger Einwirkung stehen. Der Einfluß des Mondes auf die Erde zeigt sich in vielfacher Art, und wird besonders wichtig, wenn er die Ebbe und Fluth bedingt, in Gemäßheit welcher sich das Wasser von 6 zu 6 Stunden aus einer Hemishpäre in die andere bewegt, gleichmäßig hier circa 20′ abfallend, trockenes Land entblößend, um dort verhältnißmäßig anzusteigen und Seegrund bildend. So viel ist wenigstens außer Zweifel gesetzt, daß Ebbe und Fluth in ihrer Wiederkehr und Stärke von dem Stande des Mondes und der Sonne abhängen, auch daß sich diese Erscheinungen wohl erklären, wenn man sie auf Anziehungen zurückführt, welche die Sonne und besonders der Mond ausüben, die mit dem electro-magnetischen Verhältniß doch unmittelbar gegeben seyn möchten. Aeußert aber der Mond schon einen so bedeutenden Einfluß auf die Bewegung der Gewässer, so läßt es sich wohl denken, daß der erwähnte Periphelion-Einfluß der Sonne eine unendlich mächtigere Bewegung derselben zu bedingen vermag. Für die Oeconomie der Erde muß die Ebbe und Fluth von größter Wichtigkeit seyn; die dadurch erregte allgemeine Bewegung der Gewässer ist auf alle andere Bewegungen von Einfluß, auch werden hierdurch Reibungen gegen die Atmosphäre und die Erde hervorgebracht, die Wärme, electrische Spannungen ꝛc. hervorzurufen vermögen.

Die **Cometen** sind materielle, leuchtende Körper, die bestimmte Bahnen durchlaufen, sie haben daher mit den übrigen Weltkörpern eine gewisse Analogie; auf jeden Fall sind

in ihnen Thätigkeiten rege, in Gemäßheit welcher sie von andern Weltkörpern Einflüsse erhalten und diesen solche auch mittheilen können. So gewiß es auch ist, daß das Sichtbarwerden von Cometen ohne bemerkbaren Einfluß auf die Erde erscheint, so liegt es doch andererseits in der Möglichkeit, daß ein Comet der Erde sich wirklich ungemein nahen, ja selbst mit ihr zusammenstoßen kann. In dem Maße, als ein Comet sich der Erde nahet, werden auch die gegenseitigen Thätigkeiten sich einander anspannen, und eine wirkliche bedeutende Annäherung wird daher zur Folge haben, daß die electromagnetischen Schwingungen, die der Wärme und des Lichtes sich erhöhen, daß alle Functionen der Erde, wie der Quellenbildungs- und vulkanische Prozeß sehr gesteigert werden und mit ganz besonderer Energie wirken, auch liegt es gewiß nicht in der Unmöglichkeit, daß hierdurch eine Veränderung der Erdaxe bedingt werden kann.

Die Geognosie giebt uns die Ueberzeugung, daß der jetzige, im allgemeinen sehr ruhige und geregelte Zustand der innern Thätigkeiten der Erde, nicht als ein constanter zu betrachten seyn wird, daß es viel mehr Zeiten gegeben hat, in denen die vulkanischen Phänomene unendlich großartiger auftraten als gegenwärtig, wo ganz ungeheuere Massen von Basalt, Granit rc. sich entwickelten, wo auch Gewässer mit viel mehr mechanischer Kraft würkten als jetzo und z. B. vermochten die mächtigsten Felsblöcke aus Scandinavien über die nordische Ebene zu zerstreuen; eine solche Revolution hat unter andern ohngefähr in der Zeit statt gehabt, mit der unsere geschichtliche Periode beginnt; in wesentlicher Verbindung hiermit stehet eine große Veränderung der Organismen, die offenbar mit einer Veränderung des Clima und daher der Schiefe der Ekliptik coincidirt. Eine so mächtige und, wie es scheint, plötzliche Revolution kann wohl nur durch einen besondern äußern Einfluß bedingt seyn, und, selbst abgesehen von den deßfalsigen Traditionen, wird es aus rein naturhistorischen Gründen wahrscheinlich, daß die letzte große Erdrevolution und somit auch wohl frühere, durch die Einwirkung

eines Cometen verursacht seyn möge. Hat diese Ansicht seine Richtigkeit, so verrichten die Cometen in der Oeconomie der Erde eine sehr wichtige Function, sie erregen den vulkanischen Prozeß, der das Innere der Erde nach außen kehrt, der die Erde in steter Entwickelung und Jugend erhält, der für die Erde so nothwendig, wie für die Völker der Krieg ist.

Die astronomischen Verhältnisse lehren recht klar, wie unser Sonnensystem ein großes, innen bewegtes Ganze darstellt, wo jeder Theil ein ganz wesentliches Glied bildet, daß nirgends Ruhe statt findet, sondern überall die gemessenste, regelmäßigste Bewegung, bedingt durch innere Kräfte oder Thätigkeiten, die durch den ganzen Weltenraum und bis zu dem kleinsten Atom herab wirken; Niemand daher wird diese Weltkörper als träge, todte Massen betrachten. Unserre Erde, indem sie ein wesentliches Glied des Ganzen bildet, nimmt an den allgemeinen Lebensfunctionen desselben Theil, die aber hier besonders fixirt sind; sie erhält von Außen offenbar eine Menge von Einflüssen, die alle mit einander in Conflict treten, sich gegenseitig bedingend und so als Prozesse und Erscheinungen auftreten, die aus nicht so isolirten Ursachen herrühren, als man gewöhnlich glaubt. Schon aus dem astronomischen Gesichtspuncte erscheint die Erde als ein organischer Körper, der auf das vielfachste bewegt wird, nicht durch mechanische Mittel, sondern vermöge innerer Schwingungen und Beziehungen.

Jeder spezielle Organismus, selbst der Mensch wird von äußeren Einflüssen afficirt, aber, so lange das specielle Leben dauert, würken vorzugsweise eigenthümliche Thätigkeiten, die mit jenen fremden in Conflict treten und sie bekämpfen, so, daß sie unter der Potenz der eigenen Lebensthätigkeiten stehen, zu welchen vorzugsweise die Functionen des Athmungs- Entwickelungs- und Bildungs-Prozesses gehören; in wie fern nun die analogen Functionen für die Erde, als allgemeines Ganze nachzuweisen seyn werden, wollen wir im folgenden Capitel zu erörtern uns bestreben.

Vierter Abschnitt.

Die Function des Athmungs- und damit im Connex stehenden Quellen-Bildungsprozesses der Erde.

Das organische Leben bestehet anerkanntermaßen in dem morphologischen Wechselspiele des Flüßigen und Festen, der Luft und der chemischen Stoffe, bedingt vorzugsweise durch den das Ganze erhaltenden Athmungsprozeß, ohne welchen es kein Leben giebt, der auch fast nicht einen Moment unterbrochen werden darf, der die Organismen mit der Atmosphäre und dadurch mit der Erde verbindet, von der sie als ein wesentlicher Theil erscheinen, woher es schon wahrscheinlich wird, daß die Grundfunction aller Organismen auch dem unorganischen Reiche zukommen mag, um so mehr, da zwischen beiden kaum eine scharfe Grenze vorhanden ist.

In rhytmischen, pulsartigen Zügen inhalirt der Organismus atmosphärische, sauerstoffreiche Luft, exhalirt dagegen eine ganz andere sauerstoffärmere Luft, meist aus kohlensaurem Gase, vermengt mit Wasserdunst bestehend; hierbei wird die Luft morphologisirt, in andere chemische Stoffe verwandelt, zum Theil assimilirt.

Als wesentliche Momente dieser Function erscheinen daher die Inhalation, die Exhalation, die morphologische Umbildung und das pulsartig Rhytmische.

Ausführlich wurden bereits der Athmungsprozeß der Erde und mehrere damit in Connex stehende Erscheinungen in der Zeitschrift: Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt Th. 5. Heft 1 und in der Isis von Oken, Januar 1831 behandelt; hierauf Bezug nehmend soll nur das Allgemeinere hier erörtert werden.

a) Die Inhalation.

Alex. v. Humbold machte zuerst eine große Reihe von physikalischen Versuchen über das Verhalten von Thon, Letten, Steinsalz und vielen andern Gesteinen gegen die atmosphärische Luft und ermittelte hierbei, daß die Gesteine, die mit einer abgesperrten Menge Luft in Verbindung gebracht werden, auf diese einwirken, ihr Volumen vermindern, wobei der Sauerstoff verschwindet und sich Kohlensäure bildet. Wenn z. B. ein Stück Thon 18 Tage lang in Verbindung gebracht wird mit 3000 Theilen atmosphärischer Luft (=2,103 Thl. Stickstoff, 852 Thl. Sauerstoff und 45 Thl. Kohlensäure) so verschwinden 540 Thl. Luft; der Ueberrest von 2460 Theilen enthielt nur 81 Theile Sauerstoff, 2,207 Stickgas mit Wasserstoffgas und 172 Theile Kohlensäure. Es enthalten nun die 172 — 45 = 127 Theile kohlensaures Gas, welche sich neu gebildet haben, 35 Theile Sauerstoffgas und da in dem ganzen Ueberreste von 2460 Theilen sich nur 35 + 81 Sauerstoff wiederfinden, so sind 756 Theile Sauerstoff verloren gegangen, d. h. v. 0,028 Sauerstoff sind 0,024 verwandelt und an den Thon getreten, dagegen aber ist Kohlen- und Wasserstoffgas erschienen.

Die v. Humboldschen deßfalsigen Versuche finden sich beschrieben in dessen Werke über die unterirdischen Gasarten v. J. 1797 im Journal de Physique IV und V, Gilbert's Annalen I. v. J. 1799 S. 501 und Annales de Chimie No. 86 an 7. Später wurden diese Versuche von andern Physikern wiederholt und erweitert, so von Boeckmann (Gilbert's Annalen VIII.), Ruhland (Schweigger's Journal 18, v. J. 1816 S. 30), Schübler (Schweigger's Journal v. J. 1817, Band 21 S. 204), Saussure (Bibliotheque brittanique T. 49, Journal de Physique T. 64. Gilbert's Annalen Band 47 S. 113) welcher nachwies: daß alle Gebirgsgesteine, selbst bis zum zehnfachen ihres Volumens Sauerstoff absorbiren.

In Gemäßheit dieser so vielfach bestätigten Versuche kann der Physiker ohnmöglich daran zweifeln: daß der unor-

ganische Körper auf die atmosphärische Luft auf ganz analoge Art einwirkt als der organische, daß er den Sauerstoff derselben mit einer gewissen Kraft inhalirt, assimilirt und dagegen Kohlen- und Wasserstoff emanirt.

Diese im Kleinen angestellten Versuche bestätigen sich auch im Großen, denn die atmosphärische Luft, welche in die Schachte und Stollen eindringt, verschlechtert sich nicht allein durch den Zutritt irrespirabler Gasarten, sondern auch häufig durch den Verlust von Sauerstoff, besonders wenn thonige Straten auf sie einwirken, wie dies z. B. v. Deynhausen bei den Gruben auf Thoneisenstein bemerkte (s. dessen geognostische Beschreibung von Oberschlesien S. 367.)

Bestehet unsere Erdrinde aus solchen Substanzen, welche auf die Atmosphäre eine Würkung wie die Organismen ausüben, so folgt daraus von selbst, daß der Inbegriff aller dieser Substanzen, d. h. die Erdrinde als Ganzes (und auch das Wasser) sich eben so verhält; es existirt daher offenbar eine Kraft, vermöge welcher die ganze Erdrinde, wie der specielle Organismus, atmosphärische Luft, oder einen Theil derselben einziehet. Wie in Gemäßheit des Athmungsprozesses der organische Körper in allen seinen Theilen Luft enthält, so finden wir auch innerhalb der Erde überall Luft, überall eine unterirdische Atmosphäre, die mit der überirdischen im innigsten Connex stehet.

Indem der Organismus vermöge der Athmungsfunction die unterste Luftschicht inhalirt, ersetzt sich diese durch die aufliegende, diese durch die darauf folgende und so hat offenbar in der ganzen aufliegenden Luftschicht ein allgemeines Niedersinken mit abnehmender Intensität statt; verhält sich die Erdmasse wie der organische Körper, so muß sie dieselbe Erscheinung darbieten; die Inhalationskraft wird die ganze unterste Luftschicht einziehen, diese sich durch die folgende ersetzen und so wird eine allgemeine Bewegung nach unten, aber mit abnehmender Intensität nach oben statt finden. Dieses Phänomen wird man betrachten können, als das Resultat

einer **anziehenden Kraft**, die sich in dem Verhältnisse der Höhe von der Erdoberfläche vermindert und sich nach der Qualität der Masse modificirt, in comprimirten Luftschichten daher stärker als in expandirten würkt.

Wir sehen hier die Kraft, welche die Atmosphäre unmittelbar an die Erde fesselt, und welche es verhindert, daß auch nicht ein Atom derselben von der Erde entweichen kann.

Bei den höhern Thieren ist die Athmungsfunction zwar hauptsächlich an die Respirations-Organe gebunden, wo sie dann am intensivsten statt hat, demohngeachtet geschiehet sie doch durch alle Theile; die ganze Haut und die Knochen der Thiere, das kalkige Gehäuse der Mollusken inhaliren und exhaliren, wie es aus der Physiologie der Thiere bekannt ist; die niedern Thiere und die Pflanzen, denen die Respirations-Organe mangeln, athmen mit dem ganzen Körper und dieß ist auch der Fall bei der Erde; wenn aber auch jeder Punkt, jede Schicht derselben athmet, so geschiehet es doch nicht überall mit gleicher Intensität.

b) Die Exhalation.

Der organischen Inhalation stehet stets die Exhalation von irrespirabeln Gasarten entgegen, die vorzugsweise aus kohlensaurem Gase, meist in Begleitung von Wasserdampf, bestehet. Bei den Thieren mit Respirations-Organen bedingt diese stetige und verhältnißmäßig sehr starke Emanationen oder Quellen von jenen Flüssigkeiten, aber da jeder Theil inhalirt, so exhalirt er auch, und nach den neuern Beobachtungen ist auch die ganze Haut des Menschen selbst mit feinen Gasquellen bedeckt; die Pflanze, die mit dem ganzen Körper atmosphärische Luft einziehet, emanirt auf gleiche Art irrespirable Gasarten.

Daß die Gesteine der Erde irrespirable Gasarten emaniren, lehren schon die bösen Wetter in den Gruben, die nach den verschiedenen Schichten verschieden sind. Gewiß wird es Niemandem einfallen zu behaupten, daß die schweren Gruben-

wetter aus kohlensaurem Gase, oder die leichten, sehr entzündlichen, an Wasserstoff reichen Wetter, an denen oft der Kohlenbergbau leidet, aus unergründlichen Tiefen, aus vulkanischen Heerden heraufströmten; jeder Bergmann weiß, daß sie ein Product der Schichten selbst sind, daß er sie in andern, höher oder tiefer gelegenen Schichten nicht antrifft; diese Gas-Emanactionen chemisch herzuleiten, hat in den bestimmten Fällen stets die unübersteiglichsten Schwierigkeiten, und gewiß wird z. B. der Bergmann die schweren Wetter der Kohlengruben nicht aus gebranntem oder zersetztem Kalk herleiten können. Ueber die Entbindungsweise solcher Gase hat auch v. Humbold viele schöne Beobachtungen bekannt gemacht, und sagt in dem Werke: über die unterirdischen Gasarten S. 128 unter andern: „wenn man brennende dünne Holzspäne gegen „die Oeffnung der Gesteinsklüfte hält, so wird deutlich be-„merkt, daß sie fast alle die Flamme von sich stoßen, also „luftförmige Flüssigkeiten aushauchen; bei größern Spal-„ten von 1 — 4 Zoll Breite ist die Menge der ausgestoßenen „Luft oft so ansehnlich, daß sie das stärkste Grubenlicht aus-„bläßt und diese Exhalation geschiehet oft intermittirend, zu-„weilen periodisch.

Diese Erscheinungen zeigen sich leicht jedem Beobachter, sind auch vielfältig bestätiget, unter andern hat z. B. B. Longmire in den Annals of philosophy VI,. Sptbr. 1815 S. 172 ganz ähnliche Erscheinungen bekannt gemacht.

v. Humbold hat mit einer großen Menge solcher kleinen Luftquellen Versuche angestellt und zeigt, daß sie stets sehr arm an Sauerstoff sind, und aus vielfachen Verbindungen bestehen von kohlensaurem Gas, Wasserstoff- und Stickgas, welche erstere mehr oder weniger rein hervortreten.

Wer das Innere der Erde selbst beobachtet hat, der gewinnt auch gewiß die Ueberzeugung, daß die überall emanirenden Gasströme, von denen oft die verschiedenartigsten unmittelbar neben einander liegen, ein eigenthümliches Product derselben sind, daß man sie ganz ohnmöglich von einem tiefen vulkanischen Heerde, einem in der Oxydation begriffenen

Erdkerne, oder aus einer ähnlichen Hypothese herleiten kann, sondern daß vielmehr jede Erdschicht die Eigenthümlichkeit hat, mehr oder weniger Gas zu emaniren, ohne daß es von unten mechanisch zuströme, oder durch einen directen chemischen Prozeß erzeugt werde.

Diesen Luftentwickelungen ganz analog und mit ihnen im innigsten Verbande stehend, erscheinen die Wasserentwickelungen; die, wo sie uns beobachtbar entgegentreten, die Wasserquellen bilden. Diese bestehen vorwaltend aus Wasser, welches aber nie ein chemisch reines ist, immer enthält es Luft und feste Bestandtheile. Selten findet man eine Quelle ohne Kohlensäure, welche den gewöhnlichen Quellen auch den frischen Geschmack giebt, der sie von dem Flußwasser unterscheidet; übrigens kommen auch alle Gasarten oft in großer Menge mit dem Quellwasser verbunden vor, die sonst als eigene Quellen emaniren. Der Gehalt an festen Bestandtheilen, die größtentheils aus Salzen bestehen, ist ebenfalls sehr verschieden; jede Quelle ist daher eine Mineralquelle, obwohl wir so nur diejenigen nennen, die einen bedeutenden Gehalt an fremden Bestandtheilen haben. Immer besitzt die Quelle auch eine bestimmte Temperatur, die gewöhnlich mit dem Gehalte an gasförmigen Stoffen wächst und zuweilen sehr bedeutend ist.

Wer nur je eine Quelle näher beobachtet hat, erhielt auch gewiß die Ueberzeugung, daß sie nicht das Resultat von Zufälligkeiten seyn kann, sondern daß sie eine bestimmte Individualität hat, die sich ausdrückt durch constante Qualität, Quantität und Temperatur, die nur in gewissen Kreisen bestimmte Modificationen erleiden, daß es daher ewig constante Verhältnisse seyn müssen, die diese constanten Productionen liefern.

Wir sahen vorher, daß die Emanationen von sehr verschiedenen Luftarten oft ganz dicht neben einander statt finden, welches Verhältniß eben darauf hinführt, daß die Luftarten nicht aus großer Tiefe hieher treten, da sie sich sonst vermischen würden, sondern daß sie hierselbst erzeugt

werden. Dieselbe Erscheinung bieten auch die Wasserquellen dar, indem Quellen von der verschiedensten Temperatur und Qualität oft ganz dicht neben einander liegen, ohne einen Einfluß auf einander zu haben, welche Thatsache so oft beobachtet, so häufig beschrieben ist, daß es unnöthig scheint, deßfallsige Beweismittel beizubringen; viele derselben finden sich in der Zeitschrift: Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt, bei der ausführlichen Beschreibung der Salzquellen; z. B. Thl. 2, S. 420.

Mit der chemischen Constitution der Schichten stehen merkwürdiger Weise die Quellen in gar keinem Zusammenhange, Straten, reich an Eisen, liefern deshalb keine Eisenquellen, Stöcke von Schwefelkies keine Schwefelquelle, Lager von kohlensaurem Kalk keine Sauerquellen, Steinsalz keine Salzquellen, im Gegentheile treten die Quellen mit einem bestimmten chemischen Gehalte gewöhnlich aus Schichten hervor, welche gar nicht diese chemischen Bestandtheile enthalten, z. B. Salzquellen aus Sandstein oder Kalkstein.

Wer die Felsgesteine mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet hat, wird sich erinnern, öfter Stellen in dichtem Gestein gefunden zu haben, die stets feucht sind, nie trocken werden; andere ähnliche Stellen sind stets mit Tropfen bedeckt, die, wenn sie herabfallen, oder wenn sie abgewischt werden, sich fortwährend erneuern; vermehrt sich diese Tropfenbildung, so erscheint eine kleine Quelle, und bei größerer Intensität des Phänomens eine große Quelle, aber jeder Tropfen, wie er sich bildet, hat seine bestimmte Qualität und Temperatur. Die Dichtigkeit der Schichten ist hierbei ohne Einfluß, viele Quellen dringen aus Spalten, andere aus ganz dichtem Gestein, wie z. B. auch Hugi (Alpenreisen v. J. 1830 S. 176) nachweist, noch andere aus lockerem Sande; so ist es z. B. durch die bestimmtesten Beobachtungen und Versuche ermittelt, daß die Salz- und Mineralquellen der norddeutschen Ebene nur in einer gewissen Sandschicht vorkommen, und weder in den höhern noch tiefern Schichten. Die Entwickelungen der Luft- und Wasser-Productionen sind daher stets an

gewisse Punkte und diese an gewisse Schichten gebunden; eben so wie gewisse Straten erfüllt mit Luftquellen sind, die dem Bergmann die bösen Wetter bringen, so sind andere erfüllt mit Wasserquellen, die ihm die Grubenwasser geben; der Bergmann weiß sehr wohl, daß die unterirdischen Wasser und Wetter nur an die Schichten, nicht an die Lage gegen die Oberfläche oder an die Tiefe vom Tage gebunden sind; denn unter den wasserreichsten Schichten findet er oft sehr trockene, unter den gasreichsten oft solche, die gar keine bösen Wetter hervorbringen.

So viel ist auf jeden Fall gewiß, daß in den Schichten der Erde an sehr vielen Punkten Productionen von Wasser und Gas, besonders von kohlensaurem Gas, mit mehr oder weniger Energie hervorgestoßen werden; die Productionen bleiben nicht innerhalb der Erde, sondern jene Emanationskraft treibt sie bis zu Tage, oft mit ganz außerordentlicher Energie, wo sie nun als Quellen ankommen, welche die ganze Oberfläche der Erde bedecken.

Das energische Hervortreten der Luft- und Wasserquellen, das Springen derselben hat man durchaus noch nicht zu erklären gewußt; wer es, wie häufig geschiehet, von heberartigen Vorrichtungen in der Erde herleiten will, zeigt nur seine gänzliche Unbekanntschaft mit dem Innern der Erde; auch hat man noch nicht einmal versucht, diese schlechte Hypothese auf die Gasquellen anzuwenden, die doch mit den Wasserquellen im allerinnigsten Connex stehen.

Statt sich in lustigen Hypothesen zu verlieren, ist es auf jeden Fall viel zweckmäßiger, die Thatsache in ihrer Einfachheit anzuerkennen und anzunehmen: daß in der Natur eine Kraft vorhanden ist, welche die Gas- und Wasserproductionen nicht bloß bildet, sondern auch zu Tage treibt, um so mehr, da wir nicht Anstand nehmen, eine solche Kraft dem organischen Körper beizulegen, und sie als Exhalation der Inhalation gegenüber zu stellen. Werden wir gezwungen, eine Kraft anzuerkennen, vermöge welcher die atmosphärische Luft in die Erde eingesogen, oder eingedrückt wird, so erfordert schon das allgemeine

Gleichgewicht der Dinge, daß auch eine entgegenstehende Kraft vorhanden seyn müsse, daß der Inhalation eine Exhalation gegenüber stehe, und vermöge dieser Emanations- oder Exhalationskraft werden daher die Gas- und Wasserquellen zu Tage getrieben, mit mehr oder weniger Energie aufsteigend.

Da innerhalb der Erde die Gas- und Wasserproductionen ganz allgemein verbreitet sind, so folgt daraus von selbst, daß die zu Tage tretenden Gas- nnd Wasseremanationen ein allgemein über die Erdoberfläche verbreitetes Phänomen seyn müssen, was auch mit der Erfahrung übereinstimmt; überall finden wir Wasserquellen, mit denen stets mehr oder weniger Gas zu Tage kommt, feine Gasströme, die unserer Aufmerksamkeit entgehen, sind gewiß überall vorhanden. Strichweise sind aber die Gaserhalationen von ganz unbeschreiblicher Intensität und Quantität, in vielen Gegenden, wie am Niederrheine, in Böhmen, Schlesien ꝛc. finden wir eine unendliche Menge Quellen, überladen mit Kohlensäure, die auch an unendlich vielen Punkten allein emanirt; Professor Bischof in Bonn hat in Schweigger's Journal v. J. 1829 Heft 6 gezeigt, daß ein sehr kleiner Raum am Laacher See bei Andernach täglich 600,000 Pfd. Kohlensäure emanirt; auf ähnliche Art erscheint in andern Gegenden, wie in Italien das Wasserstoffgas und Schwefel-Wasserstoffgas, welches auch ein treuer Begleiter aller Salzquellen ist; wenn schon die Wassermasse, die fortwährend aus der Erde getrieben wird, unendlich groß ist, so ist die Gasmasse gewiß noch viel bedeutender und wird kaum berechenbar seyn.

Hat es nun seine Richtigkeit, was wohl Niemand zu leugnen vermag, daß fortwährend eine Luftmasse aus dem Innern der Erde in die Atmosphäre exhalirt, aus der Oberfläche der Erde herausgedrückt wird, so muß diese eben sowohl eine mechanische Einwürkung auf die Atmospäre ausüben, als es bei der Exhalation des Menschen der Fall ist; indem die aus der Erde ausströmende Luftmasse gegen die unterste Schicht der Atmosphäre einwirkt, wird diese in die Höhe gedrückt, auf gleiche Art wirkt diese auf die folgende Schicht, und so muß

sich ein Druck nach oben durch die ganze Atmosphäre, mit abnehmender Intensität fortsetzen, der sich wieder nach der Qualität der verschiedenen Schichten modificirt. Gegen diesen Druck von unten übt die Atmosphäre nun einen wirklich mechanischen Druck von oben aus, und dieser ist es, welcher die Phänomene des Luftdruckes darstellt. Je stärker die Emanations-Funktion wirkt, desto stärker wird der Druck der Atmosphäre seyn, und das Quecksilber im Barometer fallen. Neben der durch die Inhalation der Erde bedingten Bewegung der Atmosphäre nach unten, bestehet daher eine durch die Exhalation bedingte Bewegung der Atmosphäre nach oben; wenn wir auch nicht durch die Barometerbeobachtungen wüßten, daß eine fortwährende auf- und absteigende Bewegung in der Armosphäre statt habe, so müßten wir diese aus den entwickelten naturhistorischen Gründen doch annehmen, da nun aber eine solche Bewegung der Atmosphäre durch hinlängliche Beobachtungen constatirt wird, so folgt auch, daß jene Ursachen wirklich vorhanden sind.

Wie daher jedem Organismus die Function eigenthümlich ist, Luft zu inhaliren und zu exhaliren, so werden wir auch der ganzen Erde eine analoge Function ohnmöglich abzusprechen vermögen.

c) Der mit der Exhalalion und Inhalation verknüpfte morphologische Prozeß.

Durch die Chemie ist es hinlänglich ermittelt, daß die Atmosphäre ein chemisch-constanter homogener Körper ist, der bei der Analyse 79 Prct. Stickstoff, 21 Prct. Sauerstoff und circa $\frac{1}{1000}$ Kohlensäure enthält, welche chemische Qualität unter allen und jeden Verhältnissen ganz dieselbe bleibt; die unterste, wie die höchste Luftschicht verhalten sich hierin gleich; das Verhältniß von Sauer- und Stickstoff bleibt dasselbe selbst in dem mit Menschen ganz angefüllten Schauspielhause, wenn wohl hier der Luft fortwährend fast aller Sauerstoff entzogen und durch Kohlensäure ersetzt wird; es bleibt sich gleich, wie groß auch die Quantitäten fremder Stoffe seyn mögen, die der Atmosphäre zuge-

führt werden. Den chemischen Gesetzen nach müßten die Gasemanationen der Erde für sich bestehende Massen in der Luft bilden, die schwere Kohlensäure würde sich in den untern Schichten, das leichte Wasserstoffgas in den obern Luftschichten anzuhäufen haben, in der Wirklichkeit ist dieß aber nicht der Fall, sondern die Atmosphäre behält auch über den allerstärksten Gasemanationen ihre constante Qualität, diese Gase aber mit allen ihren festen Bestandtheilen, Kohle, Schwefel rc. verlieren ihre chemische Qualität in dem Momente, wo sie in die Atmosphäre eintreten, der Kohlen-Schwefel-Wasserstoff wird daher in atmosphärische Luft, in Stick- und Sauerstoff verwandelt; wovon sich jeder durch sein Gefühl überzeugen kann, wenn er über eine solche Gasemanation tritt; auch sind die sogenannten Hundsgrotten und die Fassungen der Sauerquellen dafür der beste Beweis, denn mit welcher Stärke hier auch die Gase zu Tage treten, so erreichen sie nur ein gewisses Niveau und sind dann mit einem Male verschwunden.

Chemisch sind Schwefel und Kohle, Stick- und Sauerstoff durchaus differente Stoffe, ihre gegenseitige Verwandlung in einander kann nur vermöge eines morphologischen Prozesses geschehen, und da wir bei der organischen Assimilation analoge Erscheinungen beobachten, so ist es wohl zulässig, jene Umbildungen aus einem eben solchen Gesichtspunkte zu betrachten und anzunehmen: daß der Atmosphäre eine eigenthümliche Assimilationskraft inne wohnt, vermöge welcher sie alle ihr zuströmenden fremden Stoffe in ihre eigenthümliche Qualität umbildet, auf analoge Art, wie wir es in den Organismen finden. Diese Annahme dürfte wenigstens nicht als hypothetisch zu betrachten seyn, da sie bloß die reine Thatsache darlegt. Indem nun durch diesen Assimilations-Act fortwährend Sauer- und Stickstoff wirklich erzeugt wird, so ist es auch nicht unrecht, wenigstens der Kürze wegen, diesen als den allgemeinen Oxydations-Prozeß zu bezeichnen, wenn wohl er auch Stickstoff erzeugt. So erscheint die Atmosphäre als das große Laboratium, wo fortwährend

Sauerstoff sich entwickelt, und wir haben hier die Quelle, die nie versiegt, so viel auch aus ihr geschöpft wird.

Es ist wohl als erwiesene Thatsache zu betrachten, daß auch an den Punkten, wo fortwährend außerordentlich viel Wasserdunst in die Atmosphäre strömt, dieselbe doch nicht feuchter ist, als an andern Punkten, wo dieß nicht der Fall ist. Manche gasreiche Quellen, z. B. im Bad Gastein reissen fortwährend eine große Menge Wasserdunst in die Höhe, ohne daß dieß auf die Atmosphäre in der Umgegend von besonderm Einfluß ist; da von dem Meere, besonders in warmen Climaten, natürlich mehr Wasserdünste aufsteigen, als vom festen Lande, so müßte über demselben stets eine viel feuchtere Atmospäre seyn, als über dem festen Lande, was aber die Erfahrung nicht bestätiget, die vielmehr lehrt: daß im allgemeinen die Atmosphäre über dem festen Lande feuchter als über dem Meere ist. Es folgt hieraus wohl, daß die Atmosphäre eben sowohl den Wasserdunst, als die Gase, zu assimiliren vermag, welches sich auch durch andere meteorologische Erscheinungen bestätiget. Unsere Wetterveränderungen scheinen vorzugsweise auf der Kraft zu beruhen, mit welcher die Atmosphäre Wasserdunst assimilirt; wo dieser Prozeß kräftig statt hat, daher die Qualität des Dunstes vernichtet wird, ist die Atmosphäre trocken und rein, wo aber dieß nicht der Fall ist, bleiben die Dünste in der Atmosphäre, bis sie secernirt werden, als Regen, Schnee, Hagel herabfallen.

Die Atmosphäre erscheint durchaus nicht als ein zufälliges Aggregat von Gasarten, und wirkt in der freien Natur ganz anders als nach chemischen Gesetzen, denn wir sind gezwungen, ihr eine eigenthümliche Assimilationskraft zuzuschreiben, vermöge welcher sie ihre gleiche Qualität behält; diese ist es, welche das Fundament aller meteorologischen Erscheinungen ausmacht, daher sie als Grundbasis zu betrachten ist, von welcher die Meteorologie auszugehen hat, wenn sie auf sichern Grund gebaut seyn soll. Die Function, deren Resultat jener Act ist, den wir als allgemeinen Oxydationsprozeß

bezeichneten, bildet das eigenthümliche Lebensprinzip der Atmosphäre.

Wenn man die unberechenbare Menge Gas und Wasser betrachtet, die fortwährend der Erde entsteigt, so dringt sich von selbst die Frage auf, woher diese Stoffe ihren Ursprung nehmen mögen. Direct können die Gase nicht aus der Atmosphäre kommen, da diese weder Kohlen= noch Wasserstoff enthält; daher hat man sie auch nie abgeleitet, desto häufiger aber aus unbekannten Tiefen, besonders aus vulkanischen Prozessen, die unter unserer Erdrinde statt haben sollen. Abgesehen davon, daß es noch sehr zweifelhaft ist, ob der vulkanische Prozeß wirklich in unbekannten Formationen statt hat, so ist dieser doch offenbar immer nur auf einzelne Localitäten beschränkt, die Entwickelung von Kohlensäure ist aber eine ganz allgemein verbreitete, schon deßhalb, weil diese sich in jedem Quellwasser findet und den frischen Geschmack bedingt; überdem ist die Gasproduction, wie wir gesehen haben, stets nach den Schichten verschieden und an diese gebunden; auch begreift man nicht wohl, wie nach physikalischen Gesetzen Kohlensäure, die unter unserer Erdrinde chemisch entbunden wurde, durch diese zu dringen vermochte. Gewiß unberechenbar ist die Menge von Kohlenstoff, der fortwährend der Erde entsteigt, und eben so unberechenbar sind die Jahre, in welchen diese Emanation statt gefunden; wir wissen, daß die Gasquellen von Baku sich nicht wesentlich verändert haben, so lange die Geschichte reicht, seit wenigstens 2000 Jahren; aller Wahrscheinlichkeit nach verhielten sich alle ältern Perioden der Erde der jetzigen analog, immer entströmte der Erde kohlensaures Gas, und wenn wir auf solche Erdperioden den Kohlenstoff berechnen könnten, der so zur Atmosphäre getreten ist, so würden doch offenbar sehr große Räume erforderlich seyn, welche diesen Kohlenstoff beherbergt hätten, und die nun davon entleert wären. Wir haben aber nirgends eine Anzeige, daß der Kohlenstoff im Gebirge sich vermindere; die feinen Ritzchen, aus denen das kohlensaure Gas sich entbindet und sich gewiß seit vielen Jahrtausenden entbunden hat, haben in ihrer nächsten Umgebung

auch nicht einen Atom Kohlenstoff verloren. Wenn das kohlensaure Gas weder von oben, noch von unten in die Erde dringt, so muß es sich in derselben selbst entwickeln.

Während man wähnte: daß die unterirdischen Gasarten ihren Ursprung von unten her hätten, leitete man die mit ihnen innigst verbundenen Wässer durch Infiltrationen von oben ab, und es ist die Meinung ganz allgemein verbreitet, daß die Erde eine gleichsam siebartige Construction hätte, daher die atmosphärischen Wasser durch die ganze meilentiefe Erde laufen könnten, bis sie zu dem brennenden oder metalloidischen Erdkerne kämen. Aufsteigende Wasseemassen oder Quellen die kennt Jedweder, aber adäquate niedersinkende Wassermassen, niedersteigende Quellen, die doch eben so häufig seyn müßten, als die aufsteigenden, hat in Wahrheit noch Niemand gesehen, denn wenn zuweilen Wasser in eine offene Spalte oben hinein und unten wieder heraus läuft, so entstehet daraus nie eine Quelle. Jeder Landmann und Gärtner weiß recht wohl, daß die atmosphärischen Wasser nur wenige Fuß in die Erde dringen, auch haben dieß alle deßfallsigen physikaischen Versuche gelehrt, wie die von de la Hire, die in den Mémoires de l'Academie de Paris v. J. 1703. Wenn das Wasser vermöge seiner Schwere mehrere tausend Fuß in die Erde niedersinkt, so ist es ganz unbegreiflich, wie es denn mit einem Male seine Schwere verlieren sollte, und vermöge einer gleichsam negativen Schwere mit außerordentlicher Gewalt zu Tage steigt. Daß von heberartigen Vorrichtungen innerhalb der Erde gar nicht die Rede seyn kann, ist schon bemerkt, und verdient eine solche etwanige Annahme so lange nicht einmal der nähern Erwähnung, bis sie wenigstens etwas Thatsächliches zur Unterstützung beibringt.

Stammen die Grundwasser nicht von infiltrirtem Regenwasser, nicht aus der Atmosphäre, dann können sie nur ein Product der Erde selbst seyn; dann wird man genöthigt, einen eigenthümlichen Quellen = Bildungsprozeß anzunehmen, der das Wasser und alle dessen feste und gasige Bestandtheile hervorruft.

Schon den allgemeinen Gesetzen der Dynamik und des Gleichgewichtes gemäß muß dem allgemeinen Erhalationsprozesse der Erde ein allgemeiner Inhalationsprozeß entsprechen, dem allgemeinen Oxydationsprozesse ein allgemeiner Desoxydationsprozeß; wird das exhalirte Gas in dem Momente, wo es in die Atmosphäre tritt, verwandelt, werden die differenten Stoffe Kohle, Schwefel, Wasserstoff rc. in dem Momente, als sie in die Atmosphäre treten, indifferencirt, in atmosphärische Luft verwandelt, so wird gegenseits die inhalirte atmosphärische Luft, wie sie in die Erde tritt, auf analoge Art differencirt und in verschiedene chemische Stoffe, als Kohle, Schwefel, Wasserstoff verwandelt werden. Nirgends finden wir in der Erde atmosphärische, respirable Luft, so viel auch durch die Inhalation in dieselbe eintritt; in dem Momente, als sie in dieselbe eindringt, wird mit einem Schlage ihre Qualität vernichtet, und es zeigen sich dagegen differente irrespirable Gasarten.

Der Erde wohnt daher eine eigenthümliche Assimilationskraft inne, vermöge welcher sie die inhalirte sauerstoffreiche, respirable atmosphärische Luft morphologisirt, in irrespirable, an Kohle, Schwefel und Wasserstoff reiche Gasarten und in Wasser, verbunden mit verschiedenen chemischen Stoffen, umbildet, und diesen Act wollen wir als den allgemeinen Desoxydationsprozeß bezeichnen, weil der zum Athmen nothwendige Sauerstoff verloren gehet. Die Luft, die durch den Inhalationsprozeß eingezogen und chemisch ganz verändert zu verschiedenartigen Quellen umgebildet ist, wird durch den Exhalationsprozeß in diesem veränderten Zustande ausgestoßen, um in der Atmosphäre wieder in ihren alten Zustand zurückgeführt zu werden. So erscheint der Quellen-Bildungsprozeß als ein unmittelbares Attribut des Athmungsprozesses der Erde, als das Resultat einer eigenthümlichen Function; die Punkte, an welchen diese haftet, entwickeln daher fortwährend differente Gasarten, ohne daß diese von unten herzutreten, und Wasser geschwängert

mit verschiedenartigen Stoffen, ohne daß jenes von oben herabkommt, ohne daß diese aus dem Gestein entnommen werden; so sehen wir, wo die inhalirte Luft hinkommt, wo die exhalirten Stoffe herkommen; so kann ein Punkt oder eine Schicht unberechenbare Mengen von Kohle, Schwefel, Kali, Natron rc. liefern, ohne daß ein Atom des Gesteines verloren gehet, ohne daß ein Atom der producirten Stoffe vorhanden wäre; denn die Function bildet ihre Stoffe aus der Luft, nicht aus dem Gesteine, nicht durch chemischen, sondern durch morphologischen Prozeß, sie würkt auf ganz analoge Art, als die Function im organischen Körper, die ihre steten Productionen liefert, ohne von dem Theile, an den sie haftet, auch nur ein Atom zu entnehmen. Auch verhalten sich die Quellen ganz ähnlich den Producten organischer Functionen, selbst in chemischer Hinsicht, sie sind constante Individuen von bestimmter Qualität, Quantität und Temperatur, sie modificiren sich in gewissen Kreisen, nehmen an den allgemeinen Verhältnissen Theil, und können auch bis auf einen gewissen Punkt angespannt, zu höherer Thätigkeit angereizt werden; denn jede Quelle vermehrt sich über ihren normalen Stand, wenn sie durch Pumpen angegriffen wird, doch nur bis zu einem gewissen Punkte, stets aber erhöhet sich Qualität und Quantität, was nicht seyn würde, wenn sie bloß mechanisch-chemischen Ursprunges wäre.

Die allgemeine Oxydation, oder Indifferencirung in der Atmosphäre und die allgemeine Desoxydation oder Differenzirrung im Innern der Erde, das Entstehen und Vergehen vielfacher chemischer Stoffe sind offenbar nur zwei Seiten des nehmlichen dynamischen, allgemein durchgreifenden Prozesses, der von der obersten Schicht der Atmosphäre bis zur untersten der Erdrinde alles durchdringt, alles belebt.

d) Der Rhytmus im Athmungsprozesse der Erde.

Wird durch den Inhalationsact von der Erde, wie vom organischen Körper atmosphärische Luft eingezogen, durch den Exhalationsact ausgestoßen, so müssen sich auch die deßfalsigen

Bewegungen durch die ganze Atmosphäre fortsetzen, die daher in einer steten ab- und aufwärts laufenden Bewegung sich befindet. Die Bewegung selbst ist das Resultat der deßfallsigen Functionen und auf diese können wir aus der Intensität jener schließen.

Ueber die Intensität und den Gang der exhalatorischen Bewegung lassen sich leicht Beobachtungen anstellen, wenn man die Verhältnisse untersucht, unter welchen die Gas- und Wasserquellen in die Atmosphäre treten, und hiervon wird bald ausführlicher die Rede seyn. Ueber den Gang der inhalatorischen Bewegung wird es schwieriger seyn, directe Beobachtungen anzustellen, aber auf jeden Fall müssen sie den exhalatorischen entsprechen.

Die hierdurch bedingten allgemeinen oscillatorischen Bewegungen der ganzen Atmosphäre, lassen sich zwar direct nicht unmittelbar wahrnehmen, wohl aber indirect durch die drückende Kraft oder den Druck der Atmosphäre. Der mechanische Druck, den die emanirenden Gasarten gegen die Atmosphäre ausüben, indem sie sich in dieselbe hineindrücken, ruft unmittelbar einen Gegendruck hervor, und hierdurch wird ein mechanischer Druck bewirkt, den die Atmosphäre gegen die Erde, eigentlich gegen die aus ihr strömenden Emanationen ausübt, der an der Erdoberfläche am intensivsten ist und im Verhältniß der Höhe abnimmt. Eben so wenig als die Theile eines organischen Körpers auf einander selbst einen mechanischen Druck ausüben können, eben so wenig kann auch die Atmosphäre, als solche, auf sich selbst einen Druck ausüben; üben aber die Theilchen der Atmosphäre, wie es wirklich der Fall ist, einen solchen Druck aus, so kann dieser nur durch etwas Aeußeres, mechanisch Würkendes bedingt seyn; mit den Emanationen ist aber eine solche Bedingung gegeben, und sehen wir, daß diese wirklich in dem unmittelbarsten Connex mit den Erscheinungen des Luftdruckes stehen, so kann man wohl nicht Anstand nehmen, diesen von jenen herzuleiten, wenn gleich auch andere Einflüsse auf den Luftdruck würken. In dem Verhältnisse als der Luftdruck sich vermehrt oder vermindert, erscheint die At-

mosphäre contrahirter oder expandirter, schwerer oder leichter, dichter oder minder dicht, setzt daher den mechanischen Einwirkungen fremder Körper mehr oder mindere Schwierigkeiten entgegen. Bei gleichen Zeiträumen schwingt der Pendel in drückender contrahirter Luft langsamer als in weniger drückender, expandirter; das Quecksilber im Barometer fällt oder steigt, wie der Druck zu oder abnimmt, da aber die drückende Kraft der Atmosphäre sich in dem Verhältniß modificirt, als die Emanationen gegen sie drücken, so zeigen uns eigentlich die Oscillationen des Quecksilbers, oder die Barometerveränderungen, die Oscillationen der Intensität der Emanationen und der Emanations-Function selbst. Wenn die Emanationen sich vermehren, intensiver gegen die Atmosphäre drücken, vermehrt sich der Gegendruck oder Luftdruck und das Quecksilber im Barometer fällt; steigt es aber, so vermindert sich der Luftdruck, weil der Emanationsdruck nachläßt, die Emanation sich vermindert.

Auf circa jede 73′ Höhe fällt das Barometer um eine Pariser Linie, indem die ganzen Emanationswirkungen sich in diesem Verhältnisse vermindern.

Auf diesem Punkte, den das Quecksilber vermöge des mittlern Luftdruckes einnimmt, bleibt es nicht stehen, sondern oscillirt fortwährend, theils in regelmäßigen, theils in unregelmäßigen Bewegungen.

Es giebt starke, sehr unregelmäßige Oscillationen, deren Intensität mit der Entfernung vom Aequator wächst, denn wenn sie hier meist nur 3 — 4 Linien betragen, steigen sie in unsern Gegenden öfter auf 20 — 24, in Petersburg auf 30 — 36 Linien. Ein solches außerordentliches Oscilliren des Quecksilbers ist gewöhnlich in Verbindung mit Stürmen, Gewittern und ähnlichen Erscheinungen, denen häufig ein starkes Fallen vorausgehet. Der Grund einer so bedeutenden Verminderung des Luftdruckes kann um so weniger wohl von außen, etwa in der Sonne, gesucht werden, da gewöhnlich auch gleichmäßig Störungen in der Emanationsthätigkeit statt haben. Unserer Theorie nach ist ein solcher starker

Barometerfall die Folge der verminderten Exhalationsthätigkeit, die wahrscheinlich auf verschiedene Art im Innern der Erde bedingt werden mag. Da diese Erscheinung mit der Entfernung vom Aequator zunimmt, was auch bei dem Magnetismus der Fall ist, so stehen beide Phänomene vielleicht in einem gewissen innern Zusammenhange.

Der Stand der Sonne gegen die Erde, welcher die Verschiedenheit der Jahreszeiten bedingt, ist offenbar auf die Expansion und Contraction der Atmosphäre, dadurch aber auch auf den Barometerstand von Einwürkung, der auch nach den verschiedenen Jahreszeiten oscillirt.

Außer allen andern zeigt das Quecksilber regelmäßige Horaroscillationen, die zwar überall zu beobachten sind, am deutlichsten aber in den Aequinoctialgegenden hervortreten, wo sich das Quecksilber fast mit der Regelmäßigkeit einer Uhr bewegt, meist aber nur in einer Differenz von etwa zwei Linien, während in den nördlichen Gegenden unregelmäßige, aber viel größere Schwankungen vorwalten.

Im Allgemeinen erreicht das Quecksilber Morgens etwa 9 Uhr sein maximum, fällt dann 7 Stunden bis etwa 4 Uhr, steigt dann 7 Stunden bis etwa 11 Uhr in der Nacht, fällt dann 5 Stunden bis etwa 4 Uhr Morgens und steigt dann wieder bis etwa 9 Uhr. Innerhalb eines Tages von 24 Stunden unterliegt es gleichmäßig durch alle Jahreszeiten hindurch zwei Oscillationen, einer 14stündigen (von 9 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends) und einer 10stündigen (von 11 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens); doch sind die Stunden sich nicht an allen Orten gleich. Die Atmosphäre befindet sich daher in einer fortwährenden vollkommen rhytmischen, pulsartigen Oscillation, in einem steten Wechsel von Contraction und Expansion.

Wenn das Quecksilber des Morgens vermöge des sich vermindernden Luftdruckes fällt, so folgt daraus, daß die Emanationsthätigkeit sich vermindert, daher die Inhalation sich vermehrt; wenn dann des Abends das Quecksilber durch den vermehrten Luftdruck steigt, so folgt, daß die Emanations-



thätigkeit sich vermehrt, und die Inhalation zurücktritt; unter gleichen Bedingnissen erscheint dann die zweite, kürzere Oscillation in der Nacht. Hieraus ergiebt sich der wichtige Satz: daß die Inhalationsthätigkeit des Morgens, die Exhalationsthätigkeit des Abends vorwaltet, und daß zwei ähnliche kürzere Athmungszüge auch während der Nacht statt haben.

Die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser theoretischen Ansicht kann sich allein dadurch ergeben, daß durch directe Beobachtungen an den Emanationen selbst dargelegt wird, daß diese auf gleiche Art als die Atmosphäre oscilliren.

Die Gas- und Wasseremanationen zeigen zuweilen eine außerordentliche Intensität, indem die Production derselben viel intensiver als gewöhnlich geschiehet, und meist stehet ein solcher unterirdischer Prozeß mit einem analogen oberirdischen in unmittelbarem Connex. Dem practischen Bergmanne, der in Schichten arbeitet, die reich an bösen Wettern sind, ist es eine bekannte Thatsache, daß diese in inniger Verbindung stehen mit den Temperaturveränderungen in der oberirdischen Atmosphäre; worauf auch Professor Brandes in der Isis von Oken, Heft 12. v. J. 1831 aufmerksam macht. Wie interessant auch dieser Gegenstand ist, so hat man ihm doch neuerlich viel weniger Aufmerksamkeit geschenkt, als er verdient, aber schon der englische Geologe Woodward erörtert ihn in einem Briefe, der seinen Werken beigefügt ist, und stützt sich auf folgende Thatsachen:

1) Die Bergleute können aus der Intensität, mit welcher sich Feuchtigkeit und Wärme in ihren Gruben entwickelt, die Zeit und Dauer des bald darauf an der Oberfläche fallenden Regens vorhersehen, und zwar die Erfahrnen mit großer Gewißheit;
2) in einigen der allertiefsten Bergwerke beobachtet man, ehe ein langwieriger und starker Regen eintritt, daß Wasser aus den Spalten hervorkommt, zuweilen in so großer Menge, daß es selbst die Arbeiter nöthiget, die Gruben zu verlassen, welcher Umstand nützlich seyn kann, um den Ursprung der Quellen aufzudecken;

3) indem diese Dünste aus den Spalten in die Höhe treten, bilden sie Nebel und dann erfolgt Regen;
4) wenn die Quellen trüber und salziger werden, so zeigt dieß Regen an.

Prof. Hugi führt — in seinen Alpenreisen S. 320 — es als eine bekannte Thatsache an: daß die Quellen, vor einem Regen, beim Sinken des Barometers fade schmeckten und weniger Kohlensäure enthielten, als nachher.

Bei den Salzquellen ist es eine sehr bekannte Erfahrung, daß sich bei schlechtem Wetter gewöhnlich die Quantität und Qualität auch der tiefsten Quellen vermehrt, und daß zugleich auch die Gase, welche häufig das Wasser begleiten, dann viel stärker sind, was deutlich beweist, daß die Vermehrung ganz unabhängig von atmosphärischem Wasser ist.

Scrope führt in seinen Considerations of Vulcanos an: daß den Einwohnern von Stromboli die Feuersäule des dasigen Luftvulkanes vollkommen als Barometer diene und sie sagten sehr richtig ruhige oder stürmische Witterung nach dem Stande der Säule von Wasserstoffgas voraus.

Die Emanationen von Wasserstoff oder die ewigen Feuer von Pietra mala ohnweit Bologna, die seit den ältesten Zeiten bekannt sind, stehen stets in Beziehung zur Atmosphäre und zeigen sich am stärksten, wenn regnige Witterung eintreten will (s. Gilbert's Annalen Band 52 v. J. 1816 S. 346); dieselbe Beschaffenheit haben nach Spalanzani (Reisen in beide Sicilien, deutsche Uebersetzung Band 5 S. 260), die Salsen bei Modena und Reggio; auch wohl alle ähnliche Gasemanationen.

Die Quellen von kohlensaurem Gas nehmen an den atmosphärischen Prozessen, überall, wo sie beobachtet sind, einen bestimmten Antheil; sie vermehren sich vor einem Gewitter und vermindern sich, wie es zum Ausbruch kommt; auf gleiche Art vermehrt und vermindert sich der Gehalt der Sauerwasser an Kohlensäure; dieß ist beobachtet bei den Quellen von Pyrmont, durch Brandes und Krüger (Beschreibung von Pyrmont v. J. 1826) bei den Quellen

von Kissingen (s. Tromsdorf neues Journal der Pharmacie II. S. 345.), bei Marienbad (s. Heidler's Beschreibung. Wien 1822), bei Spaa (s. Höpfner's Beschreibung von Aachen ꝛc. Heidelberg 1824 S. 157) und an mehreren Quellen (s. Kastner's Archiv I. S. 379, dessen Repertorium für die Pharmacie XIII. S. 319. dessen Experimentalphysik II. S. 687).

Hofrath Brandes in seiner neuerlichst erschienenen Beschreibung der Mineralquellen zu Meinberg, Lemgo 1832 sagt S. 302: die Quellen von kohlensaurem Gase sind der hiesigen Erfahrung nach am Morgen und Abend im Allgemeinen stärker als um Mittag; so auch bei Witterungsveränderungen besonders vor Gewittern. Hiervon habe ich mich augenscheinlich zu überzeugen Gelegenheit gehabt, als ich mich im Sommer 1829 zu Meinberg befand, gerade während eines sehr heftigen Gewitters, in welcher Zeit das Gas sehr schnell in die Höhe stieg, so daß der Stand über den eingeschlossenen tiefen Raum der Sitze empordrang und außerhalb der Gallerie, welche dieselben umgiebt, auf dem Boden des Brunnenhauses noch mehrere Fuß hoch stand, daß man auch hier sehr bald die eigenthümliche reizende Würkung der Kohlensäure an den untern Extremitäten verspürte.

Auf ähnliche Art, wie die Gas- und Wasserquellen, stehen auch die Bewegungen des Meeres mit den atmosphärischen Prozessen im Zusammenhang, denn es ist bekannt, daß vor heftigen Orkanen und Ungewittern, bei vollkommner Windstille in der Atmosphäre, das Meer in die heftigste Bewegung geräth, gleichsam zu sieden scheint, sich unter heftigem Brausen über seine Ufer erhebend. (s. unter andern Voigt's Magazin für die Physik VII. 2. v. J. 1790. S. 37.) Diese, den Ungewittern vorangehende Bewegung wird offenbar von unten her bedingt, und es ist wohl sehr möglich, daß hierbei Gasemanationen würken.

Aus allen beigebrachten Thatsachen, die sich noch leicht hätten vermehren lassen, ergiebt sich mit vollkommner Sicherheit, daß die Emanationen der Erde, und daher auch die

6*

Prozesse, welche sie bedingen, in ihren außerordentlichen Oscillationen, mit analogen Prozessen in der Atmosphäre im Connex stehen, und zwar in der Art, daß die Prozesse im Innern der Erde entweder gleichzeitig, oder wie es gewöhnlich der Fall ist, früher statt haben, als die in der Atmosphäre; die unterirdischen Prozesse verhalten sich gegen die oberirdischen wie die außerordentlichen Barometerschwankungen, die den Ungewittern, Stürmen ꝛc. auch vorhergehen; zwischen diesen und den unterirdischen Prozessen findet daher ohne Zweifel ein Zusammenhang statt, beide können nicht durch die oberirdischen Prozesse bedingt werden, sondern müssen vielmehr bedingend einwürken, und man wird so zu der Ansicht geführt: daß die eigentliche Ursache der außerordentlichen atmosphärischen Prozesse vielmehr in den Tiefen der Erde, als im äußern Einfluß der Sonne zu suchen sey.

Stehen die außerordentlichen Bewegungen der Gasemanationen in so bestimmten Beziehungen zu den Barometerschwankungen und haben diese überhaupt mit dem Barometer so große Analogie, so ist auch mit Sicherheit zu erwarten, daß sich bei jenen, wie bei diesen die regelmäßigen Horar-Oscillationen werden nachweisen lassen; bei den am häufigsten vorkommenden Quellen von kohlensaurem Gase, läßt die Emanationsbewegung sich am leichtesten verfolgen, und wo in dieser Hinsicht Beobachtungen gemacht worden sind, hat man auch bestimmte Horar-Oscillationen gefunden, so bei den Gasquellen von Marienbad (s. Heidler's Beschreibung. Wien 1822), von Pyrmont (Brandes und Krügers Beschreibung v. J. 1826), zu Ems (Kastner's Archiv I. S. 329) zu Meinberg (Brandes Beschreibung v. J. 1832 S. 302). Allen diesen Beobachtungen nach stehet das Gas am höchsten Morgens, nach Sonnenaufgang, (wo daher die Emanation am stärksten ist), fällt dann allmählig bis 2 oder 3 Uhr Nachmittags (indem die Emanation schwächer wird), steigt dann bis zur Nacht wieder, indem die Emanation intensiver wird. Ueber das Verhalten in der Nacht sind zur Zeit noch keine Beobachtungen gemacht. Kaum ist wohl

daran zu zweifeln, daß wie die beobachteten sich alle andern Quellen verhalten werden, daß daher das allgemeine Phänomen der Gasexhalation ganz in der Frühe, nach Aufgang der Sonne am intensivsten ist, dann bis den Nachmittag schwächer und hierauf wieder stärker wird. Erinnern wir uns jener kleinen Gegend am Laacher See, die im Laufe von 24 Stunden 600,000 Pfund Kohlensäure emanirt und in die Atmosphäre drückt, so wird hierbei selbst eine mechanische Wechselwürkung statt finden; wie sich des Morgens der Druck gegen die Atmosphäre vermindert, wird auch der Gegendruck, die ganze drückende Eigenschaft der Atmosphäre sich vermindern, daher wird das Quecksilber fallen; wie sich aber des Nachmittages die Emanation und der Druck gegen die Atmosphäre vermehrt, erhöhet sich deren drückende Eigenschaft und das Quecksilber steigt.

So sehen wir daher die innere und äußere Atmosphäre in steten rhytmischen Oscillationen sich bewegen, und können kaum wohl daran zweifeln, daß das eigentliche Agens, welches die Barometerschwankungen bedingt, nicht außerhalb der Erde etwa in der Sonne liegt, sondern in einer Function bestehet, die ihren Sitz innerhalb der Erdrinde hat, daß die Barometerschwankungen ein unmittelbares Attribut des Athmungsprozesses der Erde sind. Wie aber die Sonne einen bestimmten Einfluß ausübt auf den Athmungsprozeß des individuellen Organismus, besonders auf die niedern Thiere und Pflanzen, so wird dieß auch bei der Respiration der Erde der Fall seyn, nur ist dieser Einfluß nichts weniger als ein das ganze Phänomen bedingender.

Mit der Respiration der Erde stehet die Assimilation offenbar in unmittelbarem Connex, beide müssen sich im normalen Zustande das Gleichgewicht halten, jede Abweichung vom Gleichgewicht wird aber gleichnamige Veränderungen bedingen, und, in dem Maße, als die Exhalation der Erde sich vermehrt, wird die Assimilation sich vermindern. Wenn daher das kohlensaure Gas gewöhnlich sogleich vernichtet wird, wie

es die Atmosphäre berührt, so steigt es bei ungewöhnlichen Emanationen bis zu einer gewissen Höhe an.

Die Assimilation beschränkt sich nicht allein auf die Gase, sondern wirkt auch auf den Wasserdunst; bei vermehrter Emanation und daher verminderter Assimilation, vermehrt sich daher der Wasserdunst in der Atmosphäre und erscheint nun in ihr als ein fremder Körper so lange, bis er assimilirt oder secernirt ist. Mit diesem tritt nun die Luft in eine electro-chemische Spannung, die dadurch erhöhet wird, daß verschiedene Luftschichten von verschiedenem Wassergehalt sind; bei Vermehrung des Wasserdunstes ballt sich dieser in Wolken, die wieder gegen einander eine verschiedene electro-chemische Spannung erhalten, sich wie Säure und Base zu einander verhalten, sich auszugleichen suchen, welche Prozesse wieder mit Wärmewellen verbunden sind. Diese Prozesse bedingen an sich besondere Bewegungen, aber alle eigenthümlichen Bewegungen der Atmosphäre erhalten einen viel intensiveren Charakter, indem diese nun eine viel materiellere dichtere Masse darbietet. In allen atmosphärischen Prozessen spielt der Wasserdunst offenbar eine sehr wichtige Rolle, gewiß übt auch die Sonne auf ihn einen gewissen Einfluß aus, gewiß aber ist diese nicht das Agens, von welchem seine wahre Existenz abhängt; als solches erscheint vielmehr die Assimilations-Function, die wieder mit der Respirationsfunction in Verbindung stehet; so können wir wohl den Zusammenhang einsehen, der zwischen erhöheter Emanationsthätigkeit und außerordentlichen Schwankungen des Quecksilbers statt findet, und wie diese bedingend auf atmosphärische Prozesse einwirkt, die von der Anhäufung des Wasserdunstes herühren.

Die ganze electro-chemische Spannung der Atmosphäre stehet auch mit den Barometer-Oscillationen und durch diese mit der Respirationsfunction in ganz klarer Beziehung. Die Electricität zeigt theils außerordentliche, unregelmäßige Schwankungen, wie bei Gewittern, Stürmen rc., die offenbar ihre Bedingung von unten her erhalten; ferner Bewegungen nach den Jahres- und Tageszeiten, dann aber auch vollkom-

men rhytmische Horarvariationen. Nach **Schübler** (Meteorologie v. J. 1831 S. 84.) beginnt die atmosphärische Electricität nach Sonnenaufgang zu steigen und erreicht um etwa 7 Uhr, auch wohl später ihr Maximum, vermindert sich hierauf bis circa 3 oder 5 Uhr Nachmittags, wo sie ihr Minimum erreicht, steigt dann und erhält gewöhnlich 1—2 Stunden nach Sonnenuntergang das 2te maximum, vermindert sich aber dann bis Sonnenaufgang; im Verhältniß als die Electricität steigt, vermehrt sich auch der Wasserdunst in der Regel.

Wir sahen vorher, daß die Gasemanationen des Morgens bis etwa 3 Uhr Nachmittags sich vermindern, in dem Verhältnisse vermehrt sich daher die Assimilation der Atmosphäre; sie wird trockner und expandirter, das Quecksilber fällt und die Electricität vermindert sich; wie aber dann die Erhalationen zunehmen, vermindert sich die Assimilation, deßhalb bleiben die Dünste in der Atmosphäre, wir sehen sie aufsteigen, und die Electricität vermehrt sich. Unverkennbar ist der Zusammenhang zwischen der atmosphärischen Electricität und den Barometerschwankungen und durch diese mit den Prozessen innerhalb der Erde.

Die Veränderungen des Barometers zeigen andrerseits eine sehr merkwürdige Beziehung zu den speziellen Bewegungen der Atmosphäre, die wir als **Windrichtungen** bezeichnen. Im Mittel stehet das Barometer in den westlichen Gegenden Deutschlands, am tiefsten bei Süd- und Südwestwinden, höher bei West- und Nordwest am höchsten bei Nord und Nordost; bei Ost stehet es oft am gleichförmigsten längere Zeit ruhig und hoch, bei Südwest sinkt es gewöhnlich schon bedeutend. Mit dem Süd- und Südwestwinde ist gewöhnlich feuchte, veränderliche, warme Witterung verbunden; mit dem Nord- und Nordwestwinde aber trockne, heitere, kalte Witterung. Hieraus ergiebt sich, daß bei zurückgedrängter Assimilationsthätigkeit, wo die Atmosphäre feucht und warm ist, die positiv-electrische, nordpolare Thätigkeit rege wird, im entgegengesetzten Falle aber die negativ-electrische südpolare Thä-

tigkeit, wodurch analoge Strömungen oder Windrichtungen erzeugt werden.

So sehen wir, wie die Athmungsfunction des Erdballes in die vielfachsten Verhältnisse tief eingreift; der eigentliche Hebel ist von vielfachen Bewegungen, und der Grundpfeiler der ganzen Physik der Erde, der den meisten physikalischen Erscheinungen erst eine bestimmte Deutung giebt und eine Masse von Thatsachen in Zusammenhang bringt, die bisher unverknüpft dastanden.

Die Annahme eines Athmungsprozesses der Erde stehet mit der Physik durchaus nicht im Widerspruch, setzt sich mit den physikalischen Wahrheiten und Erfahrungen nicht in Opposition, sondern stützt sich vielmehr auf dieselben, und unterstützt sie andrerseits, indem er ihnen eine einfache Theorie und Deutung unterlegt, die aus den unmittelbaren einfachen Naturbeobachtungen entnommen ist, ohne sich auf hypothetische Annahmen zu basiren.

Wenn dereinst vielleicht, durch den Fleiß der Physiker, das, was hier in allgemeinsten Umrissen dargelegt wurde, bis zu den feinsten Regungen verfolgt, Maas und Gewicht überall angelegt wird, dann erst dürfte das Gebäude in seiner ganzen Schönheit sich zeigen.

Die Organismen sind in jeder Hinsicht auf das Innigste mit der Erde verknüpft, vorzugsweise aber der Atmosphäre angefesselt und der Kraft, welche dieser stets die constante Qualität erhält, denn nur eine kleine Abweichung der constanten Verhältnisse derselben würden überall Tod und Verderben bringen. Wie aber könnte das, was alles Leben erhält, ein absolut Todtes seyn. Ist aber die Erde nicht eine absolut todte Masse, so muß ihr ein Leben, ein eigenthümliches Lebensprinzip beigelegt werden. Als das Prinzip des physischen Lebens erscheint die Respiration, der Athmungsprozeß, und daß ein solcher auch der Erde als Ganzes inne wohnen müsse, ließ sich mit Sicherheit schließen; wie die Erfahrung dieß bestätiget, ist hier dargelegt, und es fand sich, wie zu erwarten

war, daß er von der größten durchgreifendsten Bedeutung ist. Erhalation und Inhalation, Zerlegung der Atmosphäre in Wasser und feste Stoffe, Entbildung dieser in atmosphärische Luft, Morphologie des Gasigen in das Feste, und dieses in jenes, Ineinanderbildung der Atmosphäre in Wasser und Erde und dieser in jene, sind nur zwei Seiten desselben Prozesses, der als das Constante, Formgebende in der fortwährenden Metamorphose erscheint, der Luft, Wasser und Erde an einander fesselt, der ewige Bewegungen bedingt, die den ganzen Erdkörper durchzucken, der ewig die ungeheuersten Productionen liefert, der den Erdkörper in seiner eigenen Individualität darstellt, indem eine Reihe von Erscheinungen dem Erdkörper reclamirt werden, die man bisher meist von auswärts herleitete.

Luft, Wasser und Erde erscheineu nun in inniger Verknüpfung nicht mehr als todte, chemische, an sich differente Körper, die nur zufällig, ohne weitern Bezug auf einander vorhanden wären, wir erkennen in ihnen vielmehr morphologische Durchgangsformen, die in ihrer gegenseitigen morphologischen Umbildung ein constantes Ganze bilden, das aus constanten Elementarformen, Luft, Wasser und Erde besteht; so etwa, wie Ei, Raupe und Schmetterling erst das Constante des Individuums beim Insecte bilden und als Elementarformen erscheinen, die durchlaufen werden müssen.

Fünfter Abschnitt.

Die Function des Entwickelungs- und Evolutionsprozesses der Erde.

Bei den Organismen gehet Hand in Hand mit dem Respirationsprozeß der Evolutionsprozeß; so lange der Organismus athmet, findet auch die Evolution bestimmter Stoffe unter bestimmten Formen statt, so lange die Evolution dauert, so lange ein Wesen in einer steten innern Entwickelung begriffen ist und morphologische Veränderungen in bestimmten Formen vor sich gehen, so lange athmet es auch.

Hat es seine Richtigkeit, daß der Erdkörper, wie der specielle Organismus respirirt, dann wird er sich auch durch eine analoge innere Evolution, nicht auf bloße mechanische Art entwickeln, und, ergiebt sich aus der Betrachtung, daß die Erde sich analog den Organismen, durch Evolution nach innern morphologischen Gesetzen ausbildet, so wird dieß ein Fundament seyn, welches den Respirationsprozeß bedingt.

Wir wollen erst die Bildung und Evolution der Körper im einzelnen, und dann der ganzen Erdmasse betrachten.

a) Die Evolution der individuellen Körper, aus denen die Erde bestehet.

Vielfach ist schon die Frage aufgeworfen: ob es im anorganischen Reiche Individuen gebe, denen des organischen Reiches analog? Gewöhnlich beantwortet man diese mit Ja! betrachtet aber blos die Kristalle als Individuen, und diese Ansicht hat es herbeigeführt, daß unsere jetzigen Mineralogien

beinahe bloß als Kristallographien auftreten, alles vernachläßigend, was nicht von regelmäßiger, kristallinischer Form ist.

Das in steter Evolution begriffene organische Individuum durchläuft mehrere Zustände, fast formlos ruhet es im Ei, erscheint dann als Embryo und erhält später erst seine vollständige Entwickelung, deren Grundtypus im embryonen Zustande schon vorgezeichnet ist. Die Dauer dieser Zustände ist sehr verschieden; der vollständigen Entwickelung gehet oft nur ein verhältnißmäßig sehr kurzer Embryonenzustand voraus, wie bei vielen höheren Thieren; oft aber ist die vollkommenste Entwikkelung fast nur momentan, wie beim Schmetterling und der Embryonenzustand ist bei weitem der vorwaltende; so auch ist es bei den Pflanzen, die fast nur momentan zur Blüthe kommen. Der vollkommenste Zustand eines Individuums ist doch nur eine Durchgangsstufe und die frühern, unvollkommneren sind eben so wesentlich. Unsere Kenntniß einer organischen Gattung bleibt höchst unvollständig, so lange sie sich nur auf den am meisten entwickelten Zustand beschränkt, sie erhält erst ihr eigentliches Interesse, wenn man die Entwickelung vom ersten Keim an verfolgt; in diesem liegt nicht die Form eingeschachtelt, wohl aber der Trieb aufzuschießen, bestimmte Formen und Qualitäten anzunehmen.

Im anorganischen Reiche erscheint der Kristall offenbar als die Blüthe, als der am meisten entwickelte Zustand, wo die Individualität sich am offensten darlegt, aber schon deßhalb und der Analogie mit den Organismen nach ist dieß nicht die ursprüngliche primitive Form, sondern die am spätesten entwickelte, immer aber nur eine Durchgangsstufe, zu welcher auch frühere, unvollkommnere Zustände gehören.

Wie bei den Organismen können wir auch bei den Mineralien 3 verschiedene Zustände unterscheiden, aus denen die Ganzheit des Individuums eigentlich bestehet, den schleimartigen, den dichten oder embryonischen, und den kristallinischen Zustand. Wo mineralische Masse sich bildet, entstehet, wie weiter oben ausgeführt wurde, ein Mineralschleim, dem aber die Tendenz inne wohnt, zu fester Substanz zu erharten; mit

dieser ist zugleich der Trieb gegeben, sich zum Kristall umzuformen, und dessen Grundtypus ist schon in der dichten Masse ausgedrückt; welche Tendenz zur kristallographischen Structur sich durch Behandlung mit schwachen Säuren so wie bei Untersuchung der optischen und acustischen Verhältnisse zeigt. Unter gewissen Verhältnissen erscheint nun die Blüthe des Mineralreiches, das Mineral in seinem entwickeltsten Zustande, als Kristall mit constanter Form und Qualität. Anscheinend starr, ist er doch fortwährend in rhytmischer Bewegung, da jede Temperaturveränderung contrahirend und expandirend auf ihn einwirkt; anscheinend homogen, bestehet er wahrscheinlich aus bestimmten festen und flüssigen Theilen; fast alle Kristalle enthalten flüchtige Theile, das sogenannte Kristallwasser oder Kristalleis, aber bei vielen Kristallen sind bereits, besonders durch die Bemühungen von Brewster eigenthümliche Flüssigkeiten von besonderer Qualität nachgewiesen, ja es ist ermittelt, daß in demselben Kristall oft verschiedenartige Flüssigkeiten vorhanden sind, die aller Wahrscheinlichkeit nach weder mit unsern chemischen noch mit den organischen Flüssigkeiten übereinkommen werden. Sollten diese auch nicht wirklich circuliren, wie die Flüssigkeiten im organischen Körper, so haben sie doch offenbar schon dadurch eine innere Bewegung, daß die Kristalltheilchen den Bewegungen der Wärme- Licht- und Electricitätswellen folgen.

Was den Kristall eigentlich bildet, ist die Thätigkeit nach einem gewissen constanten Axenverhältniß; indem daher ein Atom kohlensaurer Kalk geboren wird, liegt der Trieb, die Kraft in ihm, diesem Axenverhältnisse gemäß sich zu gestalten; so ist im anorganischen, wie im organischen Reiche, das formende Lebensprincip mit der Geburt gegeben, und die Tendenz, danach sich zu gestalten.

Daß dem Kristalle auch eine ähnliche Lebenskraft inne wohnt, als dem organischen Körper, ergiebt sich daraus, daß diese entweichen, daß der Kristall absterben kann, daß ein todter Kristall dann den allgemeinen Verhältnissen wieder anheim fällt und eben so gut versteinern kann, wie ein Organismus.

Wie viele Organismen unter Wasser bald absterben, so ist es auch bei manchen Mineralien der Fall, denn die Auflösung bestehet gewiß nicht in einer feinen Zertheilung, sondern völligen Zernichtung, indem ein Wasser von bestimmter Qualität hervorgebracht wird. Was wir gewöhnlich als Verwitterung bezeichnen, ist ganz dem Absterben der Organismen analog; das eigenthümliche Lebensprincip, das die Form und Qualität bedingende ist entwichen, die Masse kehrt in den amorphischen, schleimartigen, thonartigen Zustand zurück, und die zurückbleibende leblose Form ist neuen fremden Verhältnissen Preis gegeben; sie versteinert, dann entstehen pseudomorphische Kristalle, es — erscheint z. B. Quarz in der Form von Kalkspath, Speckstein in der Form von Quarz ꝛc., oder sie wird von Parasiten eingenommen, wie es z. B. der Fall ist mit den häufigen Anhäufungen von parasitischen Glimmerkristallen, die ganz oder theilweise den Raum von Schörlkristallen in den Graniten von Penig erfüllen; dasselbe Verhältniß findet sich bei vielen Scapolithen, Andalusiten und andern Mineralien. Wo aber ein individuelles Leben entfliehen kann, da muß es auch vorhanden gewesen seyn und das anorganische Reich erscheint hiernach lange nicht so leblos, als man häufig wohl wähnt.

In Hinsicht der organischen Körper nehmen wir an: daß schon vor ihrem realen Seyn das Bild derselben, die bestimmende Idee, die bildende Seele vorhanden war, die, indem sie real wird, als formendes Princip erscheint, die Gliederung, die Organisation, die Evolution, Bewegung und Qualität bedingend; ein analoges geistiges Princip, eine solche bewußtlose Seele findet man auch in dem anorganischen Reiche wieder.

Zwischen dem organischen und anorganischen sind offenbar so innige Beziehungen vorhanden, daß sie nicht wohl als durchaus und an sich ganz differente Naturgegenstände betrachtet werden können, sondern daß sie ein großes Ganze bilden, in welchem aber die Theile deßhalb nicht gleichartig sind. Eben so, wie Thier und Pflanze in einer Hinsicht mit einander übereinkommen, in einer andern von einander abweichen, so giebt es auch zwischen dem organischen und anorganischen Reiche we-

sentliche Verschiedenheiten. Bei den Organismen walten zwei Grundtriebe vor, der zur Erhaltung des Individuums und zur Erhaltung der Gattung, die Ernährung und Fortpflanzung, wozu stets die nöthigen Organe vorhanden sind; mag die Fortpflanzung nun einseitig oder zweiseitig, mit oder ohne Geschlechtsdifferenz seyn. Selbst die, durch generatio aequivoca erzeugten Organismen, bringen immer neue ihrer Art hervor.

Eine Fortpflanzung der eigenen Gattung scheint im anorganischen Reiche gar nicht statt zu finden; dem Triebe zur Evolution und Erhaltung stehet nicht der Trieb der Fortpflanzung entgegen, deßhalb vielleicht sind alle Gestalten hier eckiger und nicht von so krummen Linien begrenzt, als im organischen Reiche. Nur durch generatio aequivoca geschieht die anorganische Geburt, das Individuum durchläuft seine Evolution, indem es aus dem gallertartigen in den dichten, aus diesem in den kristallinischen Zustand tritt, oder zu treten tendirt, ohne Keime zu treiben, aus denen Wesen gleicher Art würden; der Kristall stirbt ab, verwittert, ohne sich fortgepflanzt zu haben; was von ihm etwa zurückbleibt, wird durch eine anderweitige generatio aequivoca zu neuen differenten Wesen belebt. Dieser innern Trägheit entspricht aber die Länge der Lebensdauer, denn wenn das organische Individuum nur Stunden, Jahre oder Jahrhunderte lang lebt, so hat der anorganische Körper eine Lebensdauer von unberechenbarer Zeit.

Die Natur, welche durch generatio aequivoca das Mineral hervorruft, welche atmosphärische Luft zu kohlensaurem Kalk transmutirt, vermag dieses Leben auch zu zerreißen, den Kalk wieder in einen neuen anderartigen Körper zu transmutiren; die Hand des Menschen aber vermag unter keiner Bedingung ein Mineral gänzlich zu vernichten, es vollkommen zu tödten. Wie wir einen Kalkspath zerkleinern, auch das feinste körperliche Atom behält noch die physischen Eigenschaften des Ganzen. Der allgemeinen Dynamik zu folge ist das Materielle immer nach 2 Seiten veränderlich, die Qualität des Ganzen zertheilt sich in 2 Materien von verschiedener Qua-

lität, jeder Körper erscheint uns daher als ein chemisches Compositum. Der durch einen Naturact erschaffene Kalk kann in Kalk und Kohlensäure zerlegt werden; beide können noch weiter zerlegt, mit andern Substanzen wieder verbunden werden, man kann immer wieder neue gleichsam zwitterhafte Bildungen durch den chemischen Prozeß hervorrufen, das ursprünglich einfache Lebensprinzip vielfach zertheilen, das Zertheilte wieder componiren, aber nicht vernichten. Der Kristallograph kann den Kalkspath nur nach gewißen Richtungen verändern, und schließt aus der Gleichheit dieser Richtungen auf die Gleichheit der Massen; der Chemiker kann den Kalkspath in gewiße Richtungen, in gewiße Stoffe zerlegen, und wo er diese findet, schließt er auf das Vorhandenseyn von Kalk. So unendlich wichtig diese beiden Scienzen auch dem Mineralogen sind, der das bloß materiell Vorhandene als Gegenstand betrachtet, so sind sie es nicht in gleicher Art dem Physiologen, der sich auch mit dem Werdenden, mit dem Leben in allen Beziehungen beschäftiget.

Indem wir durch die Kunst Körper zerlegen und componiren, erhalten wir häufig auch Kristalle, die sich so unmittelbar aus dem schleimigen Zustande bilden, daß sie gar nicht erst als dichte Masse erscheinen; wo aber dieß der Fall ist, wo die Evolution so sehr beschleunigt wird, hat der Kristall auch gewöhnlich nur ein sehr kurzes Daseyn; kaum gebildet verlöscht er schon wieder, zersetzt sich und verwittert; die künstlichen Kristalle, die wir aus einer Flüssigkeit bilden, wachsen, indem sich von Außen immer mehr Theilchen ansetzen, ob aber dieß die Bildungsart ist, welche die Natur immer verfolgt, scheint noch zweifelhaft; man begreift nicht wohl, wie sich kristallinische Gesteine, z. B. der Granit auf diese Art entwickeln konnte; nicht selten zeigen auch Kristalle nach innen Hohlungen und Unvollkommenheiten, so, daß man glauben möchte, die äußeren Umrisse wären zuerst gebildet; die so häufigen Zwillingskristalle, wo zwei Individuen durchwachsen oder auf andere Art regelmäßig verbunden sind, möchten gegen die-

Ansicht sprechen, daß diese Kristallformen durch Zusammenhäufung um einen Kern entstanden wären.

Die Mineralien, aus denen die Erdrinde bestehet, können ohnmöglich als an sich todte Massen betrachtet werden, sie erscheinen vielmehr als Individuen, begeistet von einem formenden Prinzip, welches sich erst im Kristalle vollkommen entwickelt hat; in dem schleimigen Thone, im dichten Gesteine ist eben so die Tendenz zur Entwickelung vorhanden, wie im organischen Embryo.

b) Die Evolution oder der Entwickelungsact der Erde und die Morphologie der Straten.

Wenn die Erde der Inbegriff von Individuen ist, die durch eine formende Kraft beseelt werden, wenn selbst die Quellen eine eigenthümliche Individualität zeigen, wenn die Erde und Atmosphäre in innigster Beziehung stehen und ein Respirationsprozeß überall Bewegung verbreitet, so dringt sich von selbst die Vermuthung auf: daß die Erde nicht ein Complex seyn wird von zufällig angehäuften Massen, sondern daß Gesetzmäßigkeit in der Bildung und Entwickelung statt finden wird, daß ein, auch das Ganze bildendes, Prinzip vorhanden ist, und daß dieses jetzt noch eben so gut herrschen und thätig seyn wird, als es von jeher der Fall war.

Um die Evolution und Entwickelung der Erde kennen zu lernen, werden wir uns zu den Massen wenden müssen, die jetzo, vor unsern sichtlichen Augen, durch die jetzo thätigen Naturkräfte entstehen; zeigt sich dann, daß auch aus andern, früheren Perioden der Erde ganz gleiche Massen unter gleichen Verhältnissen vorhanden sind, so werden wir daraus schließen können: daß auch immer gleiche Thätigkeiten vorhanden waren.

Alles was sich gegenwärtig, als Resultat der jetzigen actuellen Periode bildet, begreifen wir als die actuelle Formation, von der wir auszugehen haben, um einen sichern Anhalt zu erhalten, um von dem Bekannten auf das Unbe-

kannte, von dem Zeitlichen auf das Entfernte zu schließen. Bisher war es meist gebräuchlich, die actuellen Bildungen zu übersehen, die Untersuchung bei den ältesten Massen zu beginnen, fragend: wie wohl diese entstanden seyn könnten? So begann man mit Hypothesen, auf die dann immer fortgebauet wurde.

Der nagende Zahn der Zeit wirkt auf alle Gebirgsmassen, sie zertrümmern sich in Stücke, welche durch die Gewässer fortgerissen werden und, indem sie sich mechanisch zerkleinern, auch sich meist in erdige, thonige Massen zersetzen; so findet man überall mechanische Anhäufungen von Geschieben, Sand, Schlamm, die aber nicht die eigentliche Masse der Erdrinde vergrößern, sondern nur hier ansetzen, was dort entnommen wurde. Von diesen, für die Gestaltung der Erde immer sehr wichtigen Ablagerungen, hat man aber eine Reihe von Bildungen zu unterscheiden, die gewöhnlich als chemische bezeichnet werden, diesen Namen aber nur dann verdienen würden, wenn die Stoffe, in die sie bei der chemischen Analyse zerfallen, vorher wirklich als solche vorhanden gewesen wären und durch chemische Vereinigung die sich bildende Masse erzeugt hätten.

Die actuellen Gestaltungen haben theils auf dem festen Lande, theils unter dem Meere statt; im allgemeinen walten jene in der nördlichen, diese in der südlichen Hemisphäre vor, weil dort das feste Land, hier das Meer überwiegend erscheint.

Während die Berge sich erniedern, erhöhen sich die Ebenen durch die Prozeße, die vorzugsweise in den Mooren statt haben. Wie früher erwähnt wurde, erzeugt sich an gewissen Localitäten durch die generatio aequivoca Torfsubstanz, die theils, wie in manchen Landseen für sich, nur mit etwas Schlamm vermischt, niederfällt, theils die absterbende Vegetation umhüllt und reich an vegetabilischen Resten ist; theils erscheint der Torf rein, theils kalkig, theils reich an schwefelsaurem Eisen, oder auf andere Art verunreiniget; an andern Lokalitäten erzeugen sich auf gleiche Art Lager von Limonit, oder phosphorsaurem Eisenoxydhydrat, oder kalkige Straten, oder

bloßer Moor; viele Quellen und Landseen setzen kohlensauren Kalk, als Süßwaßerkalk ab. Stürme, Ueberschwemmungen rc. bedecken solche Straten mit einer mehr oder minder mächtigen Lage von Sand, über welchem von neuen jene Bildungen sich ablagern, wodurch wechsellagernde Straten von Torf, Sand, Eisenstein, Kalk, Thon rc. erzeugt werden. So erscheint, im Allgemeinen betrachtet, die nordteutsche Ebene als ein mächtiges Sandgebilde mit untergeordneten Straten von Kohle, Eisenstein, Kalk rc. Wir haben Torfablagerungen von 50' Mächtigkeit; sie wachsen immer noch fort, und nach einer Reihe von Jahrtausenden werden manche eine noch viel bedeutendere Mächtigkeit erlangt haben. Auf diese Art entwickelt sich jetzo, unter unsern Augen, in der nordteutschen Ebene eine Kohlenformation, reich an Eisenlagern, die sich über 100 Meilen erstreckt, die strichweise oft, aber nicht immer in Baßins unermeßliche Niederlagen von Brennmaterial enthält. Nicht allein in niedern, oft auch an sehr hohen Punkten lagern sich Torf, Eisenstein, Kalk rc. ab.

Mit dieser actuellen Torfformation hat nun das viel ältere Braunkohlengebilde die allervollkommenste Analogie und mit diesem wieder die noch viel ältere Steinkohlenformation; was sich jetzo als Hydrat, als Schleim, als ganz feuchter Torf bildet, erscheint mehr ausgetrocknet und verhärtet, als Braunkohle; wo dieses in noch höherm Grade der Fall ist, als Steinkohle; endlich, wenn der Gehalt an Wasser ganz entwich, als Anthracit. Die einzelnen Blättchen von Schwefelkies, die sich jetzo in dem Vitrioltorfe ausscheiden, bilden in den Braun- und Steinkohlen ganze Lager, der Vitrioltorf selbst erzeugt mehr verhärtet die Alaunerde, endlich den Alaunschiefer; statt des Limonites erscheinen mit den Braunkohlen Lager von Thoneisenstein, mit den Steinkohlen Lager von Sphärosiderit; die jetzigen morastigen Moore werden in dem Braunkohlengebilde durch Niederlagen von plastischem Thon vertreten, diese in dem Steinkohlengebilde durch Straten von Schieferthon und Thonschiefer. Wenn schon der lockere Sand sich jetzo hie und da zu sogenanntem Ortstein verhärtet, so

erscheinen solche Verhärtungen noch viel häufiger in dem Braunkohlensandstein und mit den Steinkohlen kömmt fast gar kein lockerer Sand mehr vor; Alles ist zu Sandstein verhärtet. Alle solche Veränderungen wird auch unser Torfgebilde erfahren, und nach einer Reihe von Erdperioden unserer jetzigen Steinkohlenformation ganz gleich werden. Die Kräfte, die jetzo wirken, haben daher auf gleiche Art schon in den frühern Perioden der Erde gewirkt. Uebersehen wir die Lagerungs-Verhältnisse der Steinkohlenformation, so ergiebt sich: daß in dieser sehr alten Periode das nördliche Europa mit dem jetzigen viel Aehnlichkeit hatte, längst der Gebirge zogen sich sandige Ebenen hin, bedeckt mit großen Mooren, und einer reichen Vegetation, der auch wahrscheinlich eine analoge Animalisation entsprach. Indem unsere Torflager den Schluß der großen Kohlenreihe bilden, die sich durch alle Erdperioden hindurch ziehet, wird immer die Kohle auf gleiche Art entwickelt seyn; weil wir aber in den Stein- und Braunkohlen recht wohl die Kohle von den darin befindlichen Vegetabilien unterscheiden, so kann jene nicht aus diesen gebildet seyn, dann aber entstehet auch der Torf nicht aus Vegetabilien.

Im Schooße des Meeres ist es, wo die Entwickelung des Erdkörpers noch viel energischer statt hat, als auf dem festen Lande, und wo an chemische Prozesse noch viel weniger zu denken ist. Wir sehen vor unsern Augen, wie an den Küsten von Sizilien, Griechenland rc. der Ufersand, unter dem Niveau des Meeres cementirt wird, durch eine sich bildende kalkige Masse, wodurch ein sandiger Kalkstein, oder ein kalkiger Sandstein entstehet, der die abgestorbenen Meereskörper umhüllt, sie erhält und versteinert; ganz gleiche und analoge Gesteine erscheinen in dem tertiairen Grobkalkgebilde, in dem Grünsand der Kreideformation, in dem Kalksandstein der Juraformation, in den mehr verhärteten ähnlichen Lagern des sogenannten Uebergangsgebirges. Bei Marseille und vielen andern Punkten werden fortwährend Stücke von Alpenkalk durch eine solche sich entwickelnde Kalkmasse cementirt, wo man das Cement von den cementirten Stücken gar nicht zu

unterscheiden vermag. Betrachtet man Stücke, die aus tiefem Meere vom festen Fels losgebrochen sind, so beobachtet man, wie die Kalkmasse lebende Korallen und Conchylien umhüllt; der dichte Kalk wächst daher allmählig herauf, umschließt, versteinert alles, was ihm in den Weg tritt. Solche Massen haben vollkommen das Ansehen, wie der versteinerungsreiche Kalk alter Formationen. Wie die Torfmoore das Gedeihen der niedern Pflanzen begünstigen und mit einer reichen derartigen Flor bedeckt sind, die bei ihrem Absterben im Moore begraben wird, so bedeckt sich die Meerkalkbildung mit niedern Thieren, vorzüglich mit Korallen, so, daß die obersten Massen vom Meerkalk in Korallenbänke ausgehen, die sich auf analoge Art verhalten, als die Vegetation der Torfmoore. In der Südsee erstrecken sich die mit großer Schnelligkeit wachsenden Korallenriffe von 9—25° südlicher Breite, in einer Längenausdehnung von 250 deutschen Meilen; überall hier bilden sich die Gipfel von untermeerischen Gebirgen; aber nicht bloß die Korallen sind es, welche den Meeresboden erhöhen, sie bilden bloß die obersten Etagen, in den untern entwickelt sich ein dichter Kalk, der ganz dem Jura- und Alpenkalk gleich ist. Es erzeugen sich daher jetzo, unter unsern Augen, Meerkalkgebirge von ganz ungeheurer Erstreckung und großer Mächtigkeit, von denen wir freilich nur hie und da die obersten Gipfel wahrnehmen, welche große Züge bilden und meist steile Bergmassen. Wenn dereinst das Meer in der südlichen Halbkugel um etwa 1000 Fuß abgefallen seyn wird, so möchten die in der jetzigen Zeit gebildeten Kalkmassen ein Gebirgssystem darstellen, welches die allergrößte Aehnlichkeit mit dem Jura- und Alpengebirge hat. Betrachtet man anderseits aber wieder diese fertigen, alten Gebirge, so kann man gar nicht zweifeln, daß sie sich mitten aus einem Meere erhoben haben, welches dem unsrigen ganz ähnlich seyn mußte, weil es ganz ähnliche Organismen enthielt; bei derartigen Verhältnißen kann man noch gar nicht an eine chemische Bildung denken, man muß sich überzeugen, daß hier der Kalk auf ganz andere, mehr organische Weise gebildet wurde. Die Thätigkeit, die jetzo

mächtige Kalkgebirge erzeugt, hat in allen frühern Perioden gewirkt, und die Kraft, die in den frühern Perioden thätig war, wirkt noch mit gleicher Energie fort, aber nicht in allen Gegenden gleich: während diese Kraft mit der größten Energie in den südlichen Meeren wirkt, stumpft sie sich mit dem Vorrücken nach Norden immer mehr ab; denn in der Nord- und Ostsee bildet sich gar kein actueller Meerkalk, und überhaupt erhöhet sich hier der Boden des Meeres fast gar nicht, die actuelle Formation scheint hier nur wenige Spuren zu hinterlassen.

Während der Meerkalk an den Stellen, wo er sich bildet, in steilen Massen heraufwächst, finden sich im Meere auch große moorige Ebenen, bald mehr kalkig, bald mehr sandig; hier gedeihen keine felsbildende Korallen, dagegen Fucusarten, Conchylien, die den Moder lieben, auch leben gerne Reptilien hier; die neuen Schichten von Moder, die sich bilden, umhüllen die abgestorbenen Pflanzen- und Thierreste und versteinern sie. Man kann gar nicht zweifeln: daß die Liasformation und das Gebilde des dunklen Alpenkalkes auf ganz gleiche Art durch das Anwachsen moorigen Seegrundes entstanden, wo eine weiche schleimige Masse Alles umhüllte und trefflich erhielt. Was jetzo in unsern Meeren noch weich und schleimig ist, erscheint in den Liasschiefern schon ziemlich hart, in dem Alpenkalkgebilde bei Seefeld und andern Punkten als ein vollkommener harter Thonschiefer, dem des sogenannten Uebergangsgebirges ganz gleich; wir können daher mit aller Sicherheit schließen: daß nicht eine besondere Kraft unser ältestes Schiefergebirge bildete, sondern daß dieß durch Thätigkeiten geschah, die jetzo noch wirksam sind, nur wurden durch die Länge der Zeit die Gebilde verändert, und auch unsere Moore werden wahrscheinlich einst als Schiefermassen erscheinen.

In gewißen Erstreckungen, da besonders, wo das Meer wenig durch Strömungen bewegt wird, häuft sich lockerer Sand an, der wegen seiner Beweglichkeit weder Pflanzen noch Thieren zur Wohnstätte dient; so bilden sich Gebirgszüge von Sand, deren Kamm wir Sandbänke nennen, welche bekannt-



lich öfter außerordentlich weit fortsetzen; beim Abfall des Meeres und bei einer der einstigen Verhärtung erscheinen Sandsteingebirge. Viele Flüsse setzen an ihren Mündungen Lehm und Sand ab, sie schieben so immer mehr festes Land in das Meer oder bilden Delta's; wir wissen, daß in der jetzigen geschichtlichen Periode auf diese Art durch den Indus, Nil rc. Gebirgsmassen von außerordentlicher Erstreckung und Mächtigkeit erzeugt wurden, die in den nächsten 5000 Jahren sich verhältnißmäßig immer noch vergrößern werden, und daß diese Absätze eben sowohl Reste von Land- als Seeorganismen umschließen. Wenn dieser sandige Lehm nun weiter verhärtet, wird er als sandiger Mergel und Mergelsandstein erscheinen, sich auf ganz ähnliche Art verhalten, wie der Flysch oder Karpathensandstein, der sich von ältern Sandsteinen nur durch geringere Härte unterscheidet, die er mit zunehmendem Alter aber auch erhalten wird. Es bilden sich daher jetzo noch eben so gut und eben so mächtige Sandsteingebirge, als früher, und alle ältern Sandsteingebirge entwickelten sich gewiß auf ganz ähnliche Art als jetzt.

Für die direkte eingeschränkte Beobachtung von einem Menschenalter oder von einem Jahrhundert sind die Veränderungen, die höchst allmählig sich ereignen, so wenig hervortretend, daß sie uns unbedeutend erscheinen, aber in dem Verlaufe von vielen Jahrtausenden, da erscheinen freilich ganz ungeheuere Productionen.

Der Inbegriff der jetzo sich entwickelnden Straten bildet den eigentlichen Typus einer geognostischen Formation, d. i. das Erdbildungs-Resultat einer gewißen Erdperiode. Unsere actuelle Formation umgiebt zwar die Erde mit einer neuen Rinde, die aber höchst ungleichförmig ist. Von dem actuellen Meerkalkgebilde, welches im Südmeere Gebirgsmassen von ungeheurer Erstreckung und Mächtigkeit zusammensetzt, erscheint in unserm Meere kaum eine Spur; dieß macht, bei der Anwendung auf frühere Zeiten es uns begreiflich, warum der auf ähnliche Art bei uns gebildete Muschelkalk und Zechstein in den südlichen Gegenden fehlen wird, warum der Alpen-

kalk, der im südlichen Europa das mächtigste Felsgebilde zusammensetzt, im nördlichen Europa kaum bemerkbare Spuren zeigt. Das Torfgebilde, oder die sich jetzo entwickelnde Steinkohlenformation der nördlichen Hemisphäre kann in der südlichen schon deßhalb nicht mit gleichem Charakter auftreten, weil diese meist mit Meer bedeckt ist, aus dem sich eben erst das Land heraushebt.

Werden alle Verhältnisse gehörig erwogen, so ergiebt sich das sehr wichtige Resultat: daß vermöge innerer Kräfte die Erde jetzo sich fortwährend bildet, in einer steten Evolution begriffen ist; da aber den jetzigen Bildungen alle frühern entsprechen, so werden auch immer gleiche Kräfte dagewesen seyn.

Die Intensität der Evolutionsthätigkeit kann sich nicht vermindert haben, da die Resultate nicht schwächer geworden sind, wie sich ergiebt, wenn man z. B. die verschiedenen Gebilde von Meerkalk vergleicht; den Bergkalk, Muschelkalk, Jura=, Alpen= und Kreidekalk, die, wie sie jünger werden, eher an Mächtigkeit zu als abnehmen.

Der Geognosie verdanken wir den ganz bestimmten Nachweis: daß das Verhältniß von Meer und Land nicht immer das jetzige war, sondern im Gegentheile unsere Hemisphäre abwechselnd trocknes Land und tiefen Meeresgrund darstellte, ein Verhältniß, welches sich aller Wahrscheinlichkeit nach in der südlichen Hemisphäre auf entgegengesetzte Art wieder finden wird. Zu der Zeit, als das Uebergangsgebirge mit dem Bergkalke sich bildete, stand das Meer gewiß an circa 2000′ höher, als jetzo. Nun folgt die Periode, wo die Grit= oder Haupt=Steinkohlenformation und das Todtliegende abgesetzt wurde; dieses konnte nur unter Verhältnissen geschehen, denen der jetzigen norddeutschen Ebene ähnlich, auf festem Lande, das mit ungeheueren Mooren bedeckt war, und aus der Lage dieser alten Moore können wir abnehmen, daß damals das Meer ein wahrscheinlich noch tieferes Niveau gehabt hat, als jetzo. Bedeckt wird dieses alte feste Land durch den Zechstein, der wegen seiner Meerconchylien und Korallenriffe nur unter dem Meeresniveau gebildet seyn kann; eben so, wie der noch

höher liegende Muschelkalk; dieser wird durch den Keuper bedeckt, der stratenweise so viele Reste von Landpflanzen enthält, daß er große sandige Flächen und sehr viel trocknes Land dargestellt haben muß. Dieser wird durch das Juragebilde überlagert, das sich nur in einem tiefen Meere abgelagert haben kann, da es einen, mehre Tausend Fuß mächtigen Meerkalk erzeugte; darauf folgt die Waldformation, der Karpathensandstein und die Molasse, die theils Organismen des festen Landes, theils solche eines sehr flachen Meeres umschließen, und da diese Straten viel tiefer liegen, als die Juragipfel, so wird das Meer zur Zeit deren Bildung tief abgefallen seyn. Ueber diese erhebt sich aber die Kreide- und Alpenkalkformation mit Kalkmassen von mehreren Tausend Fuß Mächtigkeit, die, ihren Petrefacten nach, nur unter einem sehr tiefen Meere gebildet seyn können; indem dieses wieder allmählich abfiel, sich in Binnenmeere verwandelte, erzeugten sich hier die tertiairen Grobkalke und wie das Meer sich weiter in die südliche Hemisphäre zog, wurden die jetzigen Continente ganz vom Meere entblößt, aber der Zug des Meeres, oder vielmehr der Gewässer im Allgemeinen, dauert immer noch fort. Wenn aber das Meer in der nördlichen Hemisphäre 2000′ höher stand als jetzo, wird es in der südlichen um so viel niedriger gestanden haben; indem sich dort festes Land heraushob, während es hier überfluthet wurde, entstanden dort Land- hier Meergebilde.

Betrachten wir die Lage und Vertheilung der Gebirgsmassen, so ist eine gewisse Gesetzlichkeit unverkennbar. Jede große Kalkmasse liegt zwischen Schichten von Quarz, Kohle und feuchtem Thon, daher wechsellagern immer Platten von chemisch sehr differenten Gesteinen und diese, der Voltaischen Säule ähnliche Construction der Erdrinde ist ganz geeignet, fortwährend die electromagnetischen Thätigkeiten zu erregen.

Das Schiefergebirge mit dem Bergkalke erscheint in außerordentlicher Verbreitung in Nordamerika, Scandinavien, verbreitet auch in England, Deutschland und Nordfrankreich, seltener in Südfrankreich und dem alpinischen Gebirgssystem d. h.

in den Alpen, Karpathen, Apenninen rc.; ob diese Formation in den südlichern Gegenden vorkommt, ist noch nicht ermittelt; dasselbe ist der Fall mit dem alten rothen Sandstein- und Steinkohlengebirge, die beide in dem alpinischen Gebirgssystem schon sehr zurückgedrängt sind. Der Zechstein, bunte Sandstein, Muschelkalk und Keuper erscheinen in Nord- und Süddeutschland, in England und Nordfrankreich, aber nicht südlicher. Das Juragebilde tritt in Norddeutschland nur unbedeutend auf, mit großer Mächtigkeit in Süddeutschland, im mittlern Frankreich und England; die Kreide und die Flyschformation oder das Alpenkalkgebilde durchziehet sehr unbedeutend das nördliche Europa, ist aber im südlichen mit außerordentlicher Mächtigkeit verbreitet und setzt die großen Gebirge zusammen, die das mittelländische Meer umgeben; das Grobkalkgebilde erscheint sehr viel mächtiger und verbreiteter im südlichen als im nördlichen Europa; der actuelle Meerkalk mangelt den nördlichen Meeren, entwickelt sich mit nicht bedeutender Mächtigkeit im mittelländischen und den benachbarten, mit außerordentlicher Mächtigkeit im Südmeere. Unverkennbar walten in den nördlichen Gegenden die ältern, in den südlichern aber die jüngern Formationen vor; im Großen bildet der Meerkalk hinter einander liegende Lamellen, die sich in nordsüdlicher Richtung hinter einander abgelagert haben; die ganze Erdrinde bestehet aus verschiedenartigen an einander liegenden Schuppen, die oft mehr als 100 Meilen lang und mehrere Tausend Fuß hoch sind. Wahrscheinlich liegen mehrere solche Schuppenreihen übereinander, was aber unter dieser Schuppenhaut liegt, wissen wir nicht. Daß das Innere der Erde nicht metallisch sey, dafür sprechen theils die physikalischen Versuche über die Dichtigkeit der Erde, theils die Erfahrungen, die lehren: daß das Metallische nie zuerst erzeugt wird, denn immer bildet sich ein Hydrat oder Oxyd, aus welchem sehr selten in der Natur das gediegene Metall und auch dann nur momentan hergestellt wird. Es wird um so wahrscheinlicher, daß die Erde eine hohle Kugel sey, weil auch die einfachsten untersten Organismen hohle kugelförmige

Massen bilden, deren ganze Lebensthätigkeit in der äusseren Hülle concentrirt ist.

Daß die, nicht auf chemische, sondern auf organische Art erzeugten Massen, aus denen die Erdrinde bestehet, nicht todte oder bloß chemisch veränderbare Massen sind, sondern ein inneres Prinzip der Veränderung und innern Entwicklung in sich tragen, das lehren deutlich die morphologischen Veränderungen der Straten, die, so interessante Verhältnisse sie darbieten, noch wenig entwickelt sind. Das Anorganische wird —wie das Organische— aus dem Wasser geboren, in schleimiger, unbestimmter Form, meist als Hydrat; früher oder später entweicht der Wassergehalt, eine feste dichte Masse erscheint, wo die Mineralkeime sich mehr zusammenordnen, schon eine bestimmtere Form annehmen; in diesen schlummert die Kraft, unter gewissen Verhältnissen sich auf das Vollkommenste zu entwickeln, in Kristalle aufzuschießen, wo mit constanten, bestimmten Formen eine bestimmte chemische Zusammensetzung gegeben wird. Mit Recht betrachtet man die Kristalle als die Blüthen des Mineralreiches, als die vollkommen individualisirten Mineralien; wie aber im Reiche der Vegetabilien die Blüthen nur eine Durchgangsform sind, eine momentan fixirte Metamorphose des Blattes, die abwelkt, indem sie sich in fast gestaltlosen Saamen auflößt, so finden wir es auch im Mineralreiche; hier, wie dort ist der Kristall die Blüthe, nicht der Anfangs- sondern der Endpunkt. Wie ein Mineralkeim nun der Erde übergeben ist, erwacht auch der Trieb, sich weiter zu entwickeln, und wie die Straten älter werden, erscheinen sie auch kristallinischer. Indem man die Morphologie der Straten nicht verfolgte, sondern meinte: daß die ältern meist kristallinischen Massen unmittelbar so erzeugt wären, wie wir sie jetzo sehen, glaubte man gewöhnlich, daß die Natur sonst ganz anders als gegenwärtig gewirkt habe.

Verfolgen wir z. B. den Meerkalk; so sehen wir deutlich, wie sich aus einer schleimigen Masse ein dichter Kalk darstellt; die Kreide zeigt sich immer in dichten oder erdigen Massen; der Alpenkalk ist im Allgemeinen auch größtentheils

dicht, nur in einzelnen Localitäten treten kristallinische Dolomite und ähnliche Gesteine in Begleitung von plutonischen Massen auf; der Jurakalk ist im Allgemeinen wenig verändert, aber in einzelnen Massen und Straten tritt kristallinischer Dolomit auf; der Muschelkalk ist reich an kristallinischen Lagern von Gyps und Steinsalz, der Zechstein und Magnesia lime enthält noch öfter Anhydrit und Gyps, außerdem ist der größte Theil seiner Masse blasig, kristallinisch und dolomitisch, reich an kristallinischen Spatheisenstein und ähnlichen Foßilien; der Berg- und Schieferkalk erscheint größtentheils kristallinisch, sehr häufig als sogenannter Urkalk, durchzogen mit vielfachen kristallinischen Foßilien, und in Spatheisenstein verwandelt.

Auf ähnliche Art verhalten sich die sandig-thonigen Straten, die überall sehr mächtige Veränderungen erfahren haben. Der Süßwasserquarz oder Mühlstein von Paris wurde offenbar als schleimiger Schlamm abgesetzt, aus dem sich allmählich die Quarztheilchen zu dichten festen Massen zusammenzogen. Der lockere Sand des Braunkohlengebildes verhärtet sich, gleichsam durch ein Zusammenfließen, stellenweise zu einem festen Quarzporphyr (Braunkohlensandstein), ein Gestein, das wir chemisch nur durch Schmelzung mit Kali ꝛc. oder Anwendung von Flußsäure würden hervorbringen können. Der Grünsand oder Quadersandstein erscheint meist im lockern Zustande, aber stellenweise ist die Quarzmasse mit einander verschmolzen, Bänder von porphyrartigem dichtem Gestein durchweben das Gestein, das dadurch eine große Festigkeit erhält und dadurch in grotesken Klippen hervorragt, daß die lockern Massen umher weggeschlemmt sind. In der Keuperformation wechsellagern lockere merglig sandige Schichten, mit sehr harten, quarzigen, fast porphyrartigen, die sich durch einen eigenen Prozeß entwickelt haben müssen; Glimmerblättchen scheiden sich schon deutlich aus, Kristalle von Schwefelkies, Quarz und andern Materialien werden häufig. Der bunte Sandstein ist noch reicher an Glimmer, deutliche Spuren von Feldspath finden sich, der Thon erhält ein schieferiges Ansehen; im Schwarz-

wäldersandstein treten ganze Massen von kristallinischen Porphyrgesteinen auf. Die Psephitformation, oder das Todtliegende erscheint viel kristallinischer, ganze Straten haben ein granitisches Ansehn, Porphyre bilden nicht allein Lager, sondern auch bedeutende Auftreibungen. In der ältesten Formation, im Schiefergebirge, sind alle Gesteine hart, schiefrig und hier kommen die kristallinischen Massen bei weitem am häufigsten vor.

Die Kraft, welche die Straten kristallinisch macht, hat auf die älteste Formation am meisten gewirkt, weil sie ihr am längsten ausgesetzt war, nicht aber weil diese Kraft früher intensiver als in späterer Zeit gewesen wäre; denn wir können nachweisen, daß die größten kristallinischen meist granitischen Massen das Produkt einer sehr neuen Zeit sind; das Irrige der Werner'schen Lehre von den kristallinischen Urgesteinen, von der Primigenität des Granites ist jetzo allgemein anerkannt.

Die kristallinischen Massen führen uns zu den Vulkanismus, der für das Leben der Erde offenbar von sehr großer Bedeutung ist.

Wir sahen, wie die neptunischen Formationen sich aus dem Wasser durch neue Ansätze oder Niederschläge entwickelten, wodurch stratificirte Massen gebildet werden, die sich übereinander legen. Diesen gegenüber stehen die Vulkane, die nicht durch Wasser, sondern durch Feuer wirken, die aus dem Innern der Erde ihre ungeschichteten massigen Productionen hervortreiben, die durch großen Reichthum von mannichfachen Kristallen ausgezeichnet werden.

Was unsere Vulkane in flüßiger Gestalt aus engen Spalten liefern, bezeichnen wir als Lava; unter gewissen Verhältnissen, bei schneller Abkühlung erscheint sie glasartig, auch als Obsidion, Perlstein, übrigens porphyr- oder mandelsteinartig. Fließen die Laven nicht aus engen Spalten, sondern durchbricht eine mächtige Masse den Boden, so erscheint sie gewöhnlich als Trachyt oder Trapp. Unsern thätigen Vulkanen und Laven ganz analog verhalten sich die erloschenen

Vulkane und die Basalte; wo die Masse aus einer engen Spalte hervortrat, sich über dieselbe als Kegel oder Mauer aufthürmend, da finden wir Basalt; auf das innigste mit diesem verbunden erscheint Trachytporphyr, der sich nicht aus engen Spalten erhebt, sondern domartige Auftreibungen darstellt. Mit den Trachyten im innigsten Connex stehen alle porphyrartigen granitischen, syenitischen, grünstein und trappartigen Gesteine, die offenbar eine ganz gleiche oder analoge Bildungsart haben; sie zeigen sich kristallinisch, massig, nicht regelmäßig geschichtet, sondern durchsetzen meist die neptunischen Schichten und stören ihre ursprüngliche Ordnung. Andererseits aber hängen die kristallinischen Gesteine mit den unkristallinischen so innig zusammen, daß man sie geologisch ohnmöglich als Massen von ganz differentem Ursprung betrachten kann. Der Granit gehet durch Gneis und Glimmerschiefer so in Thonschiefer über, daß ersterer nur als ein ganz kristallinisch gewordener Schiefer zu betrachten ist; so verhält sich auch der Thonschiefer zu den Grünsteinen, Syeniten, Serpentinen, zu dem Trapp, Mandelstein, dunklen Porphyr ꝛc.; das Todtliegende und der Schwarzwäldersandstein zu den Quarzporphyren, der Sandstein der Alpen zu den Graniten der Montblanckette, ja, die sich wahrscheinlich jetzo noch fortbildenden Braunkohlensandsteine möchten als die ersten Rudimente einer solchen Porphyrbildung zu betrachten seyn.

Alle vulkanischen und plutonischen Gesteine stammen gar nicht aus uns ganz unbekannten Tiefen von feurig flüßigem, oder sich oxydirendem Erdkerne, sondern aus uns wohl bekannten Formationen, sind das Produkt einer Gährung, einer rege gewordenen innern Thätigkeit. Wenn diese nun erweckt wird, die amorphischen Mineralkeime sich zu Kristallen gestalten, so nimmt die Masse einen größern Raum ein und strebt sich diesen zu verschaffen; dieser morphologische Prozeß ist, wie jeder chemische, mit Erregung von Wärme und Hitze verbunden, welche Schmelzungen hervorbringt und das Wasser in Dampf verwandelt; die Großartigkeit eines solchen Phänomens wird abhängen von der Intensität der Thätigkeit und

von dem Drucke der aufliegenden Masse, der zu überwinden ist, damit das gährende Stratum sich ausdehnen und der Dampf entweichen kann.

Der wahre Grund der Vulkanität liegt in dem Triebe, sich zu einer vollkommnern, kristallinischern Masse umzugestalten, wodurch die Kristallelectricität erregt, eine Art von Gährungsprozeß eingeleitet wird, als dessen sekundäre Folge Hitze auftritt. Terrestrisches Feuer kann in der Erde gar nicht seyn, weil der Sauerstoff fehlt; wenn daher ein Kohlenflötz in Brand geräth, so dämpfen wir diesen dadurch, daß wir den Zutritt der atmosphärischen Luft verhindern; noch nie hat auch ein brennendes Kohlenflötz Productionen geliefert, die mit den vulkanischen Aehnlichkeit hätten.

Je nachdem der vulkanische Gährungsprozeß nun intensiv ist, mehr oder weniger tief liegt, die gährende Substanz aus engen Spalten oder in ganzen mächtigen Massen zu Tage tritt, sind auch die Productionen verschieden. In der Natur giebt es keine scharfe Grenzlinie zwischen neptunischen und vulkanischen Gesteinen, da letztere mehr oder weniger fortgeschrittene Umbildungen der erstern sind; sie würde aber dann existiren, wenn beide ganz differenten Ursprunges wären. In der jetzigen Zeit zeigt sich der Vulkanismus wenig intensiv, die gährende Masse drängt sich aus engen Spalten heraus, bildet überall daher Lava; weil sich keine ganzen mächtigen Massen erheben, erscheint kein Granit. In der Zeit, welche der jetzigen unmittelbar vorherging, waren diese Phänomene desto großartiger, aus ihr stammen auch die meisten Granite.

Die Gesteine der Kalkreihe unterliegen ähnlichen morphologischen Umbildungen, als die der Kieselreihe; der kristallinische Dolomit, Kalk, Gyps, Anhydrit und das Steinsalz haben sehr viel Analoges mit den porphyrartigen und granitischen Gesteinen; sie sind kristallinisch, massig, ungeschichtet, meist ohne Petrefacte, stehen auch häufig in Verband mit Schichtenstöhrungen der aufliegenden Straten. Sie sind nicht ursprünglich so gebildet, wie sie jetzo erscheinen, im Gegentheil sprechen die Verhältnisse dafür, daß sie theils kristallinisch ge-

wordene Straten, theils morphologische kristallinische Umbildungen aus dichtem, kohlensaurem Kalk sind.

Wie der organische Keim unter gewissen Bedingungen aufwärts treibt, um sich in seinen bestimmten Formen und Blüthen vollständig zu entwickeln, dann aber wieder vernichtet zu werden, so schlummert auch in den Mineralkeimen eine analoge, wunderbare Kraft. Ist die auf organische Art gebildete Mineralmasse abgesetzt, dem Schooße der Erde als Stratum übergeben, so erwacht auch eine innere Thätigkeit; es erfolgen innere Umbildungen, verwandte Stoffe finden sich zu einander, es erfolgen Verhärtungen und es erwacht die Tendenz in kristallinische, regelmäßige Formen aufzuschießen; wo dieser Gährungsprozeß mit großer Energie statt hat, treten die vulkanischen Phänomene hervor, und aus den Tiefen der Erde steigen die kristallinischen Massen zu mächtigen Gebirgen herauf, die aufliegenden Straten erhebend und durchbrechend. Diese aufgestiegenen Blüthen des Mineralreiches tragen aber auch den Keim des Todes in sich; ganze Massen, besonders von granitischem Gestein, verlieren auf wunderbare Weise ihre innere Consistenz, werden zu lockerem Sand, der bald weggewaschen wird und isolirte harte Blöcke zurückläßt, welche die pittoresken Teufelsmauern und Teufelsmühlen bilden; andere Massen verwittern, verfaulen gleichsam zu Thon, Speckstein, Serpentin und ähnlichen amorphischen Gesteinen; indem die kristallinischen, daher nicht dichten Massen, steile nadel- und mauerförmige Gebirge darstellen, wirken die atmosphärischen Kräfte auf sie mit großer Energie und furchtbar zerstörend ein. Der Kraft, welche die Gebirge zu vernichten, zu erniedern strebt, stehet eine andere entgegen, welche neue Gebirge hervorruft; der Kraft, welche die kristallinischen Massen vernichtet, homogenisirt, stehet eine andere entgegen, welche immer neue Kristalle hervorruft; so wird das ewige Gleichgewicht erhalten und der Vulkanismus stellt das Prinzip dar, welches die Erde ewig jung, ewig blühend erhält.

Steigen mächtige Gesteinsmassen in die Höhe, so werden sich in mehr oder minder großen Erstreckungen leere Räume bil-

den; das zunächst liegende Gestein sinkt nach, reißt von dem obern ab, und so entstehen spaltenförmige Räume, die in gewißem Connex mit den aufgetriebenen kristallinischen Gesteinen stehen. Die geschloßene galvanische Säule, welche die Erdrinde darstellt, wird nun unterbrochen, die Spaltenwände wirken analog den Dräthen der Säule, durch die Grundwasser stehet weit hin alles in galvanischer Verbindung und von weit her können Ueberführungen statt finden. So erfolgen längst den Spaltenwänden, Zersetzungen und Ablagerungen, wie an den Dräthen der Säule; und vorzugsweise werden die Metalle, die für die electromagnetischen Bewegungen am meisten empfänglich sind, aus der Ferne zusammengeführt und concentrirt. So möchten die Erzgänge entstehen, die immer wohl im Connex stehen mit kristallinisch-plutonischen Gesteinen, und auch mit ihnen als ziemlich gleichzeitige Bildungen erscheinen. So sind z. B. die reichen Erzgänge von Johann-Georgenstadt sehr neuer Entstehung, gleichzeitig mit den dasigen Basalten und Graniten.

Eben so irrig als allgemein verbreitet ist wohl die Ansicht: daß Vulkane und Erdbeben in unmittelbarem Connex ständen, nur verschiedene Erscheinungen desselben Prozesses darstellend. Bei dem Vulkanismus hat immer eine Gesteinsumbildung statt, zu dem Wesen der Erdbeben gehört es aber, daß sie nie eine materielle Production liefern; es erscheint weder Lava, noch Gas, Wasser, oder ein ähnlicher Stoff; es wird nur der Boden erzittert, während ein unterirdischer Donner erfolgt; oft fühlt man ein Erdbeben allein, ohne es zu hören, oft hört man es allein, ohne es zu fühlen; nie kann man aber, wie bei dem Vulkanismus, das Produkt desselben sehen. Der Sitz des Erdbebens ist meist in den obersten Erdschichten, in sehr jungen Formationen; daß ersteres der Fall ist, geht daraus hervor, daß öfter Bergleute, die in tiefen Gruben arbeiteten, Erdbeben nicht wahrnahmen, die man über ihnen beobachrete, und daß ihre Wirkungen überhaupt unendlich unbedeutend sind, so verderblich sie auch zuweilen den Menschen werden; die Erde erleidet strichweise meist nur

eine sehr kleine Schwankung, höchstens werden wenig tiefe Spalten hervorgebracht. Uebrigens sind die Erdbeben ein sehr allgemein verbreitetes Phänomen und kaum möchte sich irgend eine Gegend finden, in der noch nie Erdbeben gewesen wären; aber in gewißen Gegenden sind sie so häufig, als heftig, und dieß sind diejenigen, wo sehr junge Formationen vorwalten, wie in den Alpen und in den Umgebungen des mittelländischen Meeres. Auf jeden Fall möchte es sehr unrichtig seyn, wenn man die Erdbeben aus Prozessen ableitet, die in großen Tiefen statt hätten, oder von Gasentbindungen, die, ihre Decke sprengend, in die Atmosphäre treten. Während der Vulkanismus seinen Sitz in der festen Erdmasse selbst hat, werden die Erdbeben das Produkt seyn von Erschütterungen, von Expansionen und Contraction der unterirdischen Atmosphäre, die mechanisch oder secundair auf das Gestein einwirken; sie werden das Analogon der oberirdischen Gewitter bilden, deren eigentliche nähere Ursachen wir auch noch nicht gehörig kennen; beide Phänomene scheinen auch dadurch in einer gewißen Beziehung zu einander zu stehen, daß: wo die Erdbeben häufig sind, sich selten Gewitter zeigen und so wieder umgekehrt.

Sechster Abschnitt.

Die Organismen und ihr Verhältniß zur Erde.

Der Organismus zeigt eine bestimmte, aber in einem Kreise stetig sich metamorphosirende Form, deren materiellen Stoffe wieder in steter Metamorphose und Bewegung begriffen sind; so lange diese dauern, so lange bestehet das individuelle Leben. Die formelle Metamorphose stellt sich dar als das sich entwickelnde, das entwickelte und vergehende Wesen, als Ey, Raupe, Schmetterling, welche Zustände gleich nothwendig sind, nur relativ mehr oder weniger vollkommen. Durch die materielle Metamorphose wird fortwährend materieller Stoff gebildet und entbildet, nicht chemisch, nicht durch Verbindung chemischer Stoffe, sondern organisch, indem durch die deßfallsigen Funktionen Luft und Wasser, oder bei den Thieren Stoffe, die Produkte dieser Elemente sind, in die verschiedenen chemischen Körper metamorphosirt werden. Durch die Athmungsfunktion hängt der Organismus unmittelbar mit der Atmosphäre zusammen, durch die Assimilationsfunktion producirt er Stoffe denen der Erde ganz analog. Indem der organische Körper individuell die Prozesse wiederholt, welche der Erde als Ganzes zukommen, verhält er sich zu dieser als Mikrokosmus gegen den Makrokosmus; als letzterer aber erscheint er wieder für den Kreis der Endozoen und Parasiten, die er bedingt. Jedes Thier, ja fast jeder Theil des Thieres hat seine Endozoen, und jedes Klima bedingt wieder eigene Gattungen. Wird ein Thier geboren, so ist auch die Bedingung für

diesen Kreis von Organismen gegeben, aber ihre besondere Frequenz wird befördert durch das Mißverhältniß der organischen Produktion (von Chilus) gegen die Assimilation. Darüber waltet wohl kein Zweifel ob, daß diese Thiere durch generatio aequivoca entstehen und dann sich fortpflanzen; auf jeden Fall entstehet auf diese Art nur der Keim, aus dem sich dann allmählig das Thier entwickelt, das zuweilen von außerordentlicher Länge ist.

Pflanze und Thier bedingen sich wechselweise, ein innig verbundenes Ganzes bildend; das Thierreich kann nicht ohne die Vegetation bestehen, und auf die Mannigfaltigkeit derselben sind wieder die Thiere von wesentlichstem Einfluße; andererseits stehet aber das organische Reich mit dem anorganischen in der innigsten Beziehung; Wasser und Licht erzeugen unmittelbar Organismen; die Entwickelung von Kalkmasse ruft eine Thierwelt hervor, die Entwickelung von Kohle begünstigt die Vegetation. Die Organismen bilden ein unmittelbares Attribut der Erde, treten gar nicht als von ihr ganz unabhängige Körper auf, die etwa zufällig auf derselben wohnten und daseyn oder fehlen könnten. Reste von Organismen finden wir in allen Formationen, selbst den ältesten uns bekannten, welche immer mit den sich jetzo bildenden Straten Analogie haben; die etwa noch tiefer liegenden, uns unbekannten Straten möchten wahrscheinlich immer ähnliche Verhältnisse zeigen und auch Petrefakte führen, daß aber die Erde einst andere Bildungsverhältnisse gehabt habe, etwa solche, wo sich bloß kristallinische Massen bildeten, oder in einem chaotischen Zustande sich befunden habe, darüber liegen zur Zeit keine direkten Beobachtungen vor. Der Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Serpentin, Grünstein, Porphyr, Basalt und ähnliche Gesteine zeigen sich ganz von organischen Resten entblößt, dieß sind aber alles Gesteine, die gar nicht so gebildet wurden, wie wir sie jetzo finden, sondern die durch eine Art von innerer Gährung ihren Aggregatzustand vollkommen veränderten, aus neptunischen Gebilden sich zu plutonischen oder vulkanischen umformten, wobei alle organischen Reste, die sie

enthielten, vernichtet wurden. Es dürfte daher wahrscheinlich seyn, daß unmittelbar mit der Bildung der Erde, wie Meer und festes Land hervortraten, auch zugleich das organische Reich bedingt und erschaffen oder durch eine **generatio aequivoca** hervorgerufen ward.

Sehr allgemein nimmt man an: daß die Organismen sich stufenweise entwickelt hätten, daß gleichsam mit jeder Formation höher organisirte Thiere entstanden wären, und der Mensch erst das Produkt der jetzigen Zeit sey. Allerdings sind die jüngsten Straten, wie die tertiairen, ganz besonders reich an Petrefacten und sehr vielartigen Organismen, aber wir müssen erwägen: daß die Formationen, wie sie älter werden, auch größern Umbildungen unterliegen, wodurch die organischen Reste sich verwischen. Menschliche Gebeine sind bereits an so vielen Orten und in so verschiedenen Gegenden in Verbindung mit Resten von untergegangenen Säugethieren gefunden worden, daß aller Wahrscheinlichkeit nach der Mensch gleichzeitig war mit den sogenannten antediluvianischen Säugethieren; von diesen finden wir Reste bis zur Juraformation, und es ist zu erwarten, daß dergleichen auch wohl in noch ältern Formationen werden entdeckt werden; Reptilien kennen wir aus dem Kupferschiefer der ältesten Flötzformation, Fische kommen schon im Bergkalke vor. Das Meer, welches die ältesten uns bekannten Kalkstraten, den sogenannten Uebergangskalk bildete, war, wie die Petrefacte lehren, bereits so erfüllt mit sehr vielartigen Polypen, Mollusken, Anneliden, Radiarien, Krustern und Fischen, daß es in dieser Hinsicht ganz unsern Meeren gliche; warum sollten nicht darin auch Reptilien und Meer-Säugethiere gelebt haben?

Auf diese für uns älteste Meerbedeckung folgte die erste Entblößung vom festen Land, die Periode, wo sich das Todtliegende mit der sogenannten Hauptsteinkohlenformation und der Mansfeldische Kupferschiefer bildete; das Niveau dieser Straten lehrt, wie damals in unserer Hemisphäre so viel, vielleicht noch mehr festes Land entblößt war, als jetzo. Die damaligen Torfmoore, die unser jetziges Steinkohlengebilde darstellen,

trugen eine außerordentlich kräftige und entwickelte Vegetation, die gar nicht aus den Anfängen des Pflanzenreiches bestand, sondern vollkommen der Vegetation entspricht, wie sie noch gegenwärtig in moorigen Gegenden heißer Climaten statt hat, eine so reiche Pflanzenwelt läßt sich kaum ohne eine entsprechende Thierwelt denken; daß wir keine Thierreste in den Steinkohlen finden, hat wohl darin seinen Grund, daß in den kohligen Lagern, wo die Pflanzenreste erhalten werden, die Thierreste leicht vergehen; dieß zeigt sich am deutlichsten bei unsern jetzigen Torflagern, wo es bekanntlich eine höchst seltene Erscheinung ist, Knochen von Thieren zu finden, nur sehr große Knochen, z. B. Geweihe von Hirschen haben sich zuweilen erhalten, und gehen vielleicht auch nicht in eine folgende Erdperiode über. Der Mansfeldische Kupferschiefer ging offenbar aus einem damaligen sumpfigen sehr großen Landsee hervor, der nicht Torf, sondern erzhaltigen Schlamm absetzte, dieser muß unendliche Fische enthalten haben, da wir deren Reste so häufig finden; allerdings gehören sie nur wenigen Gattungen an, aber auch unsere Landseen führen immer nur wenige Gattungen; mit den Fischen zeigen sich Reste von Reptilien und eigenthümlichen Pflanzen. Ausserhalb der Moore der damaligen Zeit gab es Waldungen von großen, zum Theil palmenartigen Bäumen, von denen sich einzelne Reste in dem rothen Sandsteine oder Todtliegenden erhalten haben, wie die Gattungen Calamitea, Palmacites, Pharonius, Fasciculites und andere lehren. In großen Palmenwäldern wuchsen gewiß auch viele andere Pflanzengattungen und eine entsprechende Thierwelt kann nicht gefehlt haben.

Diese Thatsachen möchten dafür sprechen: daß auch in den ältesten der uns bekannten Erdperioden Thiere und Pflanzen gar nicht auf der untersten oder einer sehr niedern Stufe der Entwickelung standen; sie machen es vielmehr wahrscheinlich, daß die Erde, indem sie sich stets auf gleichmäßige Art, analog den jetzigen Verhältnissen, entwickelte, auch immer eine der jetzigen analoge Vegetation und Animalisation trug.

Das organische Reich erleidet gegenwärtig noch Verände-

rungen und hat diesen offenbar stets unterlegen; neue Arten bilden sich auf mehrfache Art, dadurch z. B. daß die Thiere in ein anderes Klima versetzt werden; Gattungen und Arten sterben aus; neue werden vielleicht noch jetzt durch die generatio aequivoca gebildet.

Hat es seine Richtigkeit, daß das Meer in einer steten Wanderung begriffen ist, sich einmal in der südlichen und einmal in der nördlichen Hemisphäre anhäufend, so bedingt dieß die analoge Wanderung der Organismen, die, so unendlich langsam sie auch statt hat, doch von wesentlichem umbildendem Einfluße seyn muß. Die Organismen, die zur Zeit der Jura- und Kreideformation in Deutschland lebten, sind jetzo in die südliche Hemisphäre versetzt, die Organismen des trocknen Landes, die aller Wahrscheinlichkeit nach, damals in der südlichen Hemisphäre lebten, wurden allmählig in die nördliche versetzt; wenn einst unsere Gegenden wieder vom hohen Meere überfluthet werden, dürfte es analoge, aber nicht gerade dieselben Organismen mitbringen, die es zur Zeit der Kreideformation enthielt. Hieraus ergiebt sich von selbst, wie jeder Formation ein eigenthümlicher paläontologischer Charakter eigenthümlich seyn wird; wie manche Gattungen und Arten durch viele Formationen hindurch gehen können und immer von neuen Arten begleitet werden; indem jene Meeresveränderung unendlich langsam statt hat, giebt es nirgends scharfe Abschnitte; auch die Thier- und Pflanzengattungen, wenn wir sie durch alle Erdperioden verfolgen, vermischen sich sehr in einander und die Abtheilungen, die wir künstlich machen müssen, sind wenig durchgreifend.

Neben diesen allmähligen steten Veränderungen des organischen Reiches scheinen zuweilen auch außerordentliche statt gefunden zu haben, indem zu Zeiten ein großer Theil der vorhandenen Gattungen und Arten unterging, dagegen neue entstanden.

Unmittelbar vor Anfang der jetzigen geschichtlichen Epoche, in der Zeit, wo sich die tertiairen Straten bildeten, hatte Europa schon im Allgemeinen seine jetzige Form, und das feste

Land, wie das Meer, ernährte damals eine Mannigfaltigkeit der Organismen, welche der jetzigen gewiß nicht nachstehet. Die damalige Thier und Pflanzenwelt war aber von der jetzigen sehr wesentlich verschieden; die meisten der damaligen Gattungen und Arten von Thieren sind gegenwärtig nicht mehr vorhanden, und die meisten der jetzigen Arten waren damals nicht da; dieser Unterschied ist so scharf, wird oft so wenig durch Uebergänge vermittelt, daß nach der Meinung Cuvier's, des größten Zoologen unserer Zeit, die ganze damalige Thierwelt vernichtet wurde und eine neue entstand. Wenn dieser Satz auch nicht in seiner ganzen Ausdehnung anzunehmen seyn dürfte, so ist er doch wohl größtentheils in der Wahrheit begründet; denn man wird allgemein zugestehen müssen, daß wirklich durch irgend ein Ereigniß viele Gattungen und Arten, besonders der höhern Thiere, vernichtet wurden, wogegen neue Arten entstanden; wenn gegenwärtig durch eine generatio aequivoca nur niedere Thiere entstehen, so bildeten sich aus dieser damals, aber gleichsam nur momentan, die höchsten Thiere.

Führt die Zoologie zu solchen Resultaten, so fragt es sich: ob die Geognosie eine gleichzeitige Revolution auch für das anorganische Reich nachweisen kann und welche Gründe der Geolog dafür aufzustellen vermag.

Während der tertiairen Epoche, wo Heerden von Elephanten den Norden von Europa bewohnten, Wälder des Bernsteinbaumes ihn bedeckten, kann hier nur ein südliches Klima geherrscht haben, das wahrscheinlich sich sehr plötzlich änderte; was kaum anders zu erklären ist, als durch eine Aenderung der Erdaxe gegen die Sonne. Allgemein ist man jetzo einig, daß die Basalte, so wie die zu ihnen gehörigen Phonolite, Trachyte ꝛc. innerhalb oder zu Ende der tertiairen Zeit zu Tage traten, wo daher der Vulkanismus mit einer ungeheuern Intensität rege war; auch wird es immer gewißer, daß erst in dieser Zeit die meisten Granite heraufstiegen, viele unserer Gebirge ihre jetzige Höhe erreichten, wie z. B. die Alpen; die mächtigen losen Felsblöcke, welche aus Scandinavien

stammen, die ganze norddeutsche Ebene bis Holland hin bedeckend, die ähnlichen Blöcke, welche, vom Montblanc stammend, die Schweizer Alpen umgeben, und die gar nicht durch jetzo herrschende Kräfte ihre Lage erhalten haben können, stehen wohl sicherlich einerseits mit jenen Erhebungen in Verbindung, andrerseits aber auch mit außerordentlichen Fluthungen. Allen diesem nach hatte in der anorganischen Natur zu Ende der tertiairen Epoche offenbar eine sehr große und zwar vorzugsweise vulkanische Revolution statt. Die Traditionen aller alten Völker erwähnen einer großen Natur-Revolution, die man gewöhnlich als Sündfluth bezeichnet, von welcher die jetzige geschichtliche Zeit beginnt, und die Indischen Traditionen leiten diese bestimmt von der Einwirkung eines Cometen her. Wir haben daher wohl Grund, anzunehmen: daß die in der Bibel und durch Traditionen erwähnte Sündfluth diejenige Naturrevolution sey, von welcher uns die Geognosie Kunde giebt, und da ein so außerordentliches Phänomen auch von einer außerordentlichen Ursache bedingt seyn wird, so kann man diese kaum worin anders, als in der Einwirkung eines Cometen suchen.

Wie ein Magnet in dem andern die innere Kraft anregt, so wird auch ein der Erde sich nähernder Comet in dieser nicht allein die magnetischen und electrischen Bewegungen ungemein erhöhen, sondern auch alle innere Thätigkeiten erregen, daher eine große Intensität des Athmungs- und Quellenbildungsprozesses, so wie des Vulkanismus bedingen. Indem eine Masse von Vulkanen entstehet, steiget das Gewässer, die Atmosphäre wird außerordentlich warm und feucht. Denken wir uns eine sehr feuchte und höchst electrische Atmosphäre, mit der Wärme des Blutes, so wird in dieser die generatio aequivoca wohl anders wirken, als bei dem jetzigen Zustande der Dinge und wir können uns wohl die Möglichkeit denken, daß dann auch höhere Thiere durch dieselbe hervorgebracht werden können. Wenn daher jene Naturrevolution auf das Thier- und Pflanzenreich einerseits höchst verderblich einwirkte, viele Gattungen und Arten vernichtend, so kann sie auch wieder von einem

bildenden Einflüße gewesen seyn, und es können neue Gattungen und Arten erzeugt seyn. Immer gleicht die Natur sich aus und erhält das Gleichgewicht, das Vergehen bedingt immer ein analoges Entstehen; ging theilweise eine Vorwelt unter, so entstand auch eine neue. Auf diese Art werden wir die zoologischen und geognostischen Resultate in einer geologischen Darstellung vereinigen können.

Schluß.

Mit dem Materiellen vereint erscheint ein belebendes, thätiges, bewegendes Prinzip in jedem einzelnen individuellen Körper, daher auch durch die ganze Masse des Erdballes; so lange dieses wirkt, bewegt, verändert sich das Materielle und aus den, in gewißen Formen und Kreisen statt habenden, materiellen Veränderungen abstrahiren wir das Seyn und Wirken jenes Principes.

Das Erdganze zeigt die analogen Bewegungen und Veränderungen, die wir bei dem Athmungsprozesse des organischen Körpers beobachten, und wir haben daher wohl das Recht, dieselbe Function dort wie hier anzunehmen.

Der organische Körper erhält seine Formen und Stoffe durch eigene Schöpfung; auf analoge Art schafft auch der Erdball seine körperlichen bestimmt geformten Stoffe sich selbst, nirgends waltet der auf die Laboratorien beschränkte Chemismus; in der freien Natur herrscht Transmutation und Morphologie.

In steter Entwicklung, in stetem Werden und Vergehen ist der organische Körper begriffen, so aber verhält auch im Großen sich der Erdball, immer entstehet auf organische Weise neue Erdmasse, die den vielfachsten Veränderungen unterliegt; sie verhärtet, gährt, erhitzt sich, steigt auf, in mannigfache Blüthen sich entwickelnd, zerfällt dann und wird zertrümmert,

um von neuem den Kreislauf zu beginnen; so ist für unsere Beobachtung bei dem Erdkörper, wie bei dem Organismus, nirgends Anfang, nirgends Ende.

Innere Schwingungen, Licht, Farbe, Wärme bedingend, durchbeben jedes Theilchen des organischen Körpers und des ganzen Erdballes.

Eine wunderbare Kraft erhält die inneren Theile des Organons in steter strömenden Bewegung, der alle Säfte unterliegen; analoge electromagnetische Strömungen durchzucken unsern Erdball und setzen ihn selbst in rotatorische Bewegung.

Für eine Reihe von Wesen, die Parasiten und Endozoen, ist der organische Körper die unmittelbare Bedingung; beide können nur mit einander erscheinen; jene Mikrokosmen sind ein unmittelbares Attribut dieses Makrokosmus. Auf analoge Weise möchte sich das organische Reich im Allgemeinen zur Erde, zu seinem Makrokosmus, verhalten, von dem es einen wesentlichen, nicht zufälligen Theil bildet; erscheint es für sich als ein Ganzes, indem sich die einzelnen Glieder einander bedingen, so wird es stets in der jetzigen Entwicklung existirt haben, wenn wohl es Veränderungen im Einzelnen erlitte.

Stehet der Erdkörper nun wirklich mit den Organismen in den innigsten bedingenden Beziehungen, kommt ihm eben so wohl als diesen die Function des Athmungsprozesses zu, entwickelt er sich auf organische Art, trägt er die Bedingungen der steten, mannigfachsten Bewegungen in sich selbst, so werden wir den Erdkörper selbst auch als ein Organon zu betrachten haben, das für uns als großer Makrokosmus erscheint; in dem allgemeinen Organismus aber, von dem alle Weltkörper nur Theile sind, mag es wohl nur ein Mikrokosmus, ein Blutkügelchen seyn, der in der ewigen Allmacht dem Entstehen und Vergehen unterworfen ist.

Zweite Abtheilung.

Die Geognosie

Vorwort.

Die Geognosie ist neuerlich in einer Reihe von ausgezeichneten Werken behandelt, so daß es überflüssig scheinen könnte, hier einen Abriß dieses Lehrgebäudes wieder darzulegen; aber der geneigte Leser wird sich überzeugen: daß die folgenden Bogen keine bloße Compilation des bereits Bekannten enthalten, sondern vorzugsweise auf eigene Untersuchungen gestützt sind und es mögen hier gleich im Voraus einige Eigenthümlichkeiten hervorgehoben werden, die der nähern Erörterung anheim gestellt werden.

Da diese Geognosie als Basis der Geologie dienen soll, so wurden die verschiedenen Gebilde vorzugsweise aus dem geologischen Gesichtspunkte betrachtet, ihre Bildungs- und Umbildungsverhältnisse näher erörtert, als sonst es wohl geschiehet.

Die englischen und deutschen ältern Flötzformationen werden hier auf eigenthümliche Weise und anders mit einander parallelisirt, als es bisher allgemein geschahe, was dadurch besonders bedingt wurde, daß, in Gemäßheit mehrfacher Beobachtungen, die bisherige sogenannte Hauptsteinkohlenformation nur als untergeordnetes Glied des Todtliegenden betrachtet ist. Muß man die Kohlenformation als solche aufgeben, lassen sich die deutschen und englischen Steinkohlen nicht als natürliche geognostische Aequivalente betrachten, so war es nicht wohl möglich, das hergebrachte System der Gleichstellung zu halten.

Daß die Schweitzer Molasse, als dem englischen Wealdclay annalog, zwischen Jura- und Alpenkalk eingeschoben und als eine Formation betrachtet wird, welche das ganze Gebilde der Kalkalpen unterteuft, ist eine neue Ansicht, die sich auf

eine Reihe eigener Beobachtungen stützt, welche zugleich dahin geführt haben, anzunehmen: daß im Laufe der Alpen die Juraformation fehle, wenn wohl alle Geognosten gegenwärtig noch einen großen Theil des Kalksteines der Alpen für Jurakalk ansprechen. In wie fern ich hier die Wahrheit getroffen habe oder im Irrthume bin, kann nur die folgende Zeit aufklären.

Die wesentliche Verschiedenheit der geognostischen Verhältnisse im nördlichen und südlichen Europa, auf die ich seit dem Jahre 1829 aufmerksam machte, ist besonders herausgehoben und verdient gewiß mehr, als bisher, beachtet zu werden.

Die kristallinischen, sogenannten Urgesteine, denen in den neuesten Lehrbüchern der Geognosie meist nur wenige Blätter gewidmet werden, habe ich mit möglichster Ausführlichkeit behandelt, wenigstens in Hinsicht ihrer genetischen Beziehungen. Bei jedem, bedeutende Bergmassen darstellenden, und uns näher bekannten kristallinischen Gebilde habe ich darzulegen gesucht: aus welcher neptunischen Formation und in welcher Zeitperiode es hervorgegangen seyn mag. So, einen noch ganz unbetretenen Weg zum ersten Male verfolgend, kann nicht immer der richtige Punkt getroffen seyn; aber, hierauf mag es vielleicht selbst weniger ankommen, als darauf: ob überhaupt der richtige Gesichtspunkt ins Auge gefaßt und der Weg eingeschlagen wurde, den der Stand der Wissenschaft jetzo erfordert. Nachdem wir ausgemittelt haben, in welchen Erdperioden oder Formationszeiten die verschiedenen Kalk- und Sandsteine sich entwikkelten, dürfte es jetzo an der Zeit seyn, diese Untersuchung auch auf den Granit, Gneis, Porphyr rc. auszudehnen. Immer würken neue Gesichtspunkte fördernd für die Wissenschaft ein, selbst wenn sie sich am Ende nicht vollständig für wahr befunden.

In der Ueberzeugung: daß es bei der beschreibenden Geognosie am natürlichsten seyn dürfte, von den ältern zu den jüngern Gebilden aufzusteigen, habe ich mit jenen begonnen, obwohl die neuern Geognosien gewöhnlich von den jüngsten zu den ältesten Formationen herabsteigen, welche Behandlungsart allerdings auch ihre Vortheile haben kann.

Die ausführlichen und werthvollen Petrefacten-Verzeich-

nisse einer jeden Formation, die H. de la Beche seinem geological manual beifügt, verlieren dadurch an praktischem Nutzen, daß sie nicht angeben, wo die Abbildung und Beschreibung des Petrefactes zu finden ist. Hätte ich diese beifügen wollen (was später geschehen soll), so würden diese Verzeichnisse noch vielmehr Raum weggenommen und die Uebersicht erschwert haben, weshalb bei jeder Formation nur ganz kurz die ausgezeichnetsten Petrefacte erwähnt wurden.

Erster Abschnitt.

Reihe der neptunischen, geschichteten Formationen.

Der Haupttypus der hierher gehörigen Gesteine liegt darin: daß amorphische, geschichtete, meist Petrefacte umschließende Gesteine weit fortsetzende Straten bilden, entstanden vorzugsweise durch schleimartige Bildungen, die allmählich sich niederschlugen, lamellenartig sich über einander legten, mit denen zugleich aber auch häufig mechanisch zugeführte Massen von Sand und Geschieben verbunden sind. Die eingehüllten Organismen, die alle größtentheils da lebten, wo wir ihre Reste finden, lehren: ob das gebildete Stratum unter dem Meere oder auf festem Lande erzeugt wurde. Die gebildeten Schichten, indem sie ein wesentliches Glied der Erdrinde ausmachen, unterliegen chemischen und morphologischen Umbildungen, verhärten und werden oft kristallinisch; geschiehet dieses mit einer solchen Intensität, daß hierdurch die bestehenden Lagerungsverhältnisse wesentlich verändert werden, die aufsteigende kristallinische Masse neue eigenthümliche Lagerungsbeziehungen bedingt, so betrachten wir die deßfallsigen kristallinischen oder plutonischen Massen in der folgenden Abtheilung, und suchen zu bestimmen, aus welcher Formation, und zu welcher Zeit, jene Metamorphose eingetreten ist. In so fern aber durch jene Umbildung die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse nicht wesentlich gestört wurden, erscheinen die kristallinischen Gesteine als untergeordnete Lager, als integrirende Glieder der neptunischen Formation. In der Natur existirt keine scharfe Trennung der unkristallinischen und kristallinischen, der geschichteten und

massigen, der petrefactenreichen und petrefactenleeren Massen in Hinsicht der Gesteine, wohl aber in Hinsicht der Lagerungsbeziehungen und der Bildungszeiten.

---

§. 1.

Die Killasformation.

In einigen Gegenden Englands nennt man einen groben harten Thonschiefer **Killas**; weil nun dieser Ausdruck kurz ist, keine wissenschaftliche Bedeutung hat, und sich leicht in alle Sprachen übertragen läßt, wollen wir damit die älteste uns bekannte Formation, das noch nie durchsunkene Grund- und Urgebirge bezeichnen, da es an einem passenden Formationsnamen für dasselbe fehlt. Früher begriff man hierunter einen großen Theil des sogenannten Urgebirges und das ganze Uebergangsgebirge, das Schiefer- und Grauwackengebirge. Thonschiefer und Grauwacke bezeichnen aber bestimmte Gesteine, die auch in andern Formationen vorkommen, z. B. in der Alpinischen Flyschformation, und, da wir die älteste Formation bezeichnen wollen, so kann nicht von einem Uebergange die Rede seyn. H. de la Beche in seinem geological Manual hat, was wir hier in eine Formation vereinigt haben, in 3 Gruppen zertheilt, in 1) **Inferior stratified or non fossiliferous rocks**, 2) **lowest fossiliferous group**, 3) **Grauwacke group**.

Die Killasformation, welche, so weit zur Zeit unsere Kenntnisse reichen, das älteste neptunische Gebilde ist, erscheint in 3 Hauptformen, nämlich:

1) in dem Zustande, welcher der ursprünglichen Bildung am nächsten stehet, wo das Gestein sich am wenigsten verändert hat, als **das Grauwacke- und Thonschiefergebilde** (die **Grauwacke** und **lowest fossiliferous group**, welche beide Formationen v. **Dechen** in seiner Bearbeitung des **geologic Manual** v. **la Beche** auch vereinigt hat,)

2) in einem schon bedeutend veränderten, sehr verhärteten oder halb kristallinischen Zustande, das Gneisgebilde (inferior stratified or non fossiliferous rocks) und

3) in einem ganz kristallinischen Zustande, dem Granitgebilde, welches allermeist, mit sehr gestörten Lagerungsverhältnissen in Verbindung stehend, weniger in diese, als in die folgende Abtheilung gehört. Sind diese kristallinischern Gebilde durch Metamorphose aus den unkristallinischen Gesteinen entstanden, so folgt unmittelbar daraus ihr inniger Zusammenhang mit diesen und daß sie nicht als die ältere Gruppe betrachtet werden können. Vorläufig wird hier noch zu bemerken nöthig seyn, daß auch in andern, zum Theil sehr viel jüngern, Formationen Umbildungen in Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneis, Granit, Porphyr ꝛc. vorkommen, weshalb die halb- und ganz kristallinischen Gesteine überhaupt gar nicht allein als Produkte der Killasformation erscheinen.

1) Das Grauwacken- und Thonschiefergebilde. Vorherrschend treten hier grobe Schiefer auf, thonschieferartige Gesteine, die bald quarziger und sandsteinartiger, bald kalkiger erscheinen, und im allgemeinen sich durch Schichtung und Mangel an kristallinischen Formen auszeichnen.

Sehr häufig findet sich Thonschiefer meist grau, etwas kohlig, seltener grün oder roth, der, wenn die Masse sehr fein wird, in Tafel- und Zeichenschiefer sich verläuft, oder in Kalkthonschiefer, wenn die Masse kalkig wird, oder in Kieselschiefer, wenn der Quarz dichter und vorwaltender wird, oder in Felsitschiefer, wenn die Thonmasse sich verhärtet; häufig scheiden sich aus der grauen Masse Glimmerblättchen, aus der grünen Hornblende und Chlorit aus, wodurch sich glimmrige, chloritische und hornblendige Schiefer bilden; mengen sich in die Thonschiefermasse Quarzkörner, so entstehet Grauwackenschiefer; werden diese häufiger, erscheinen Quarzbrocken und Schieferstückchen, so nennen wir das Gestein Grauwacke, die von sehr ver-

schiedenem Korne ist, selten aber fremde Geschiebe enthält; werden die Quarzkörner vorwaltend, indem die Schiefermasse zurücktritt, so erscheint der Killassandstein, der sich oft verdichtet und in Quarzfels übergehet; wird der Kalk überwiegend, so zeigt sich der Killaskalk, der selten rein ist, meistens thonig und dunkelgefärbt; je reiner er ist, desto ungeschichteter wird er meist und bildet gern Klippen, die aus den welligen Plateau's der geschichteten Straten hervorragen. Solche und ähnliche Gesteinsverschiedenheiten treten uns bei Durchwanderung eines Schiefergebirges bei jedem Schritte entgegen. Alle diese Gesteine führen Petrefacte, doch aber nicht an allen Localitäten.

Die Tendenz zu kristalinischen Formen, zur Zusammenziehung und Ausscheidung chemischer Stoffe, tritt in einzelnen Districten viel stärker hervor, wodurch

2) das Gebilde von hartem Schiefer oder Urschiefer, und das Gneisgebilde der Killasformation hervorgerufen wird.

Wenn die einzelnen Glimmerblättchen des glimmerigen Schiefers sich vermehren, so scheiden sich auch bemerkbare Quarzkörner aus der Masse und indem das Gestein immer noch schiefrig bleibt, entstehet der Glimmerschiefer, auf ähnliche Art auch Chloritschiefer, hornblendige Schiefer, Strahlsteinschiefer; wird Glimmer und Quarz häufiger, deutlicher, erscheint der Rest der ursprünglichen Thonschiefermasse als Feldspath, so gehet die Schieferung gänzlich verloren, es entstehet ein körnigschiefriges Gefüge und wir nennen das Gestein dann Gneis. Vergrössern sich dessen Gemengtheile, der Glimmer, Feldspath und Quarz, so verschwindet auch die letzte Spur der Schieferung aus der ursprünglich amorphisischen Masse, es erscheint der ungeschichtete Granit. Häufig tritt mit dem Glimmer, oder statt desselben Chlorit hervor oder kristallinischer Talk. Manche Schiefer liefern mehr Glimmer, andere mehr Quarz, noch andere mehr Feldspath, und in Gemäßheit dieses Verhältnisses modificirt sich auch die Natur von Gneis und Granit; waltet in dem Schie-

ser die Tendenz zur Feldspathbildung vor, so erscheint eine vorwaltende Masse von Feldstein, der Weißstein (Felsit, Granulit) mit kristallinischem Feldspathe und Quarzkörnern; wie diese Ausscheidungen zunehmen, die Masse granitartig wird, verwischt sich die dickschiefrige Structur; sondern sich nun einzelne Quarz und Feldspathkristalle aus, so erscheint Porphyr; waltet die Quarzmasse vor, so sintert diese häufig zusammen, während oft Feldspath sich ausscheidet, wodurch Quarzfels entstehet.

Wie die grauen Schiefer geneigt sind, nächst Quarz und Feldspath den Glimmer auszusondern, so sind die grünen Schiefer geeignet, die Hornblende auszuscheiden, die leicht sich wieder in Augit umbildet. Wo die Tendenz zur Entwicklung von Hornblende vorhanden ist, wo dessen Keime verborgen liegen, da erscheint das grünlich gefärbte Gestein gewöhnlich weniger schiefrig, wir bezeichnen es als trappartig, welches oft zur Mandelsteinbildung geneigt ist; scheiden sich einzelne feine Kristalle von Hornblende aus, so entstehen die Hornblendigen Gesteine, wird die ganze Masse zu Hornblende, so ist ein Hornblendgestein vorhanden, sondert sich zugleich Feldspath aus, so bildet sich Hornblendschiefer, werden die Bestandtheile größer, Syenitschiefer und verschwindet das Schiefrige gänzlich, der Syenit. Bleibt beim Herausbilden der Hornblende die Feldsteinmasse dicht, so wird das Gestein, Grünsteinschiefer und Grünstein, tritt die Hornblendemasse so zurück, daß sie nur die Färbung oder einzelne Kristalle giebt, und sondern sich aus dem dichten Feldstein einzelne Feldspathkristalle aus, so entstehen grüner Porphyr, Grünsteinporphyr und Syenitporphyr.

Tritt statt der Hornblende der Schillerspath mit Feldstein in Verbindung, so heißt das Gestein Gabbro, erscheint dagegen Augit, so wird dadurch Augitfels und Augitporphyr gebildet; scheidet sich Granat reiner aus, so bildet sich Granatfels. Die Kalkstraten innerhalb dieses Gebildes nehmen auch häufig ein kristallinisch körniges Gefüge an, werden zu sogenanntem Urkalk, oder salinischem Marmor, der nicht

selten Strahlstein, Granat, Magneteisenstein und andere Fossilien führt, ähnliche Kalksteine kommen auch in jüngern Formationen vor. Alle Glieder dieses Gebildes gehen in einander über, und bilden sich in einander hinein.

Wer mit einiger Aufmerksamkeit die Gebirge beobachtet, der muß sich davon überzeugen, wie aus dem grauen Thonschiefer in Glimmerschiefer, Gneis und Granit, aus grünlichem Thonschiefer in Hornblendschiefer, Syenitschiefer und Syenit, der allervollkommenste Uebergang statt hat, wie die kristallinischen Gesteine dadurch entstehen, daß die ursprünglich amorphische Masse allmählig kristallinischer wird, weshalb jene als die ältere, diese als die jüngere Form zu betrachten ist; daß die amorphischen schiefrigen Gesteine, indem ihre Bestandtheile eine kristallinische Form annehmen, sich bis zum Granit, Syenit und ähnlichen Gesteinen metamorphosiren können, leidet wohl gar keinen Zweifel, wir werden daher mit Recht alle kristallinischen Gesteine der Killasformation, die mit den unkristallinischen im innigen Lagerungsverbande stehen, als kristallinische Metamorphosen derselben zu betrachten haben. Die Ursache, in deren Gemäßheit kristallinische Massen auftreten, liegt hiernach gar nicht darin: daß etwa in einer frühern Periode unmittelbar Granit, Gneis, Glimmerschiefer ꝛc. gebildet wurde, sondern darin, daß in den neptunisch gebildeten amorphischen Straten innere Thätigkeiten, kristallelectrische Kräfte rege wurden, in deren Folge sich die Theilchen anders ordneten, zu Kristallen anschossen. Offenbar setzt eine solche Umbildung eine innere Bewegung voraus, auch wohl, wenigstens da, wo sehr im Großen eine vollkommne Metamorphose statt hatte, eine Erweichung der Masse, auch eine Aufschwellung, da die ganz kristallinische Masse mehr Raum einnimmt, als die amorphische; dieser Prozeß, vielleicht ein Analogon des organischen Gährungsprozesses, wird um so intensiver gewesen seyn, je größer das sich verändernde Stratum war und je vollkommner die Umbildung statt hatte. Die halbkristallinischen Gesteine, wie Glimmerschiefer und Gneis, haben bei der Umbildung ihre Stelle nicht verlassen, kommen nicht gang-

förmig vor, wohl aber hat sich ihr Niveau gewöhnlich erhöhet; wo aber die Umbildung so vollkommen war, wie bei dem Granite, Syenite, Grünsteine rc. fand häufig auch eine locomotorische Bewegung statt, die gährende Masse hob und zersprengte die Decke, trieb nach oben, stieg auf durch Spalten, erscheint gangförmig. Der Gährungsprozeß, das Herausdrängen durch Spaltenräume, erhöheten offenbar die Temperatur der Masse, welche dann wieder auf das Nebengestein einwirkte, dieses verhärtete, kristallinischer machte, und dadurch die Entwickelung von manchen kristallinischen Formen hervorrief.

Der innige Zusammenhang der erwähnten amorphischen und kristallinischen Gesteine, der sich im Kleinen durch die Uebergänge darlegt, zeigt sich im Großen durch die Wechsellagerungen. Keilhau, in seinen schönen geognostischen Arbeiten über Scandinavien (in Magazin for Neturvidenskaberne v. J. 1823, auch in der Isis von Oken v. J. 1824 Heft 3) zeigt mit großer Klarheit, wie die Hauptmasse der scandinavischen Gebirge aus Gneis, Glimmer- Hornblend- Thonschiefer und Grauwacke bestehet, die in der Art mit einander wechsellagern und sich verbinden, daß man ohnmöglich die letztern Gesteinarten für jünger als die andern betrachten könne; zu ganz gleichen Resultaten ist Macculoch in Hinsicht von Schottland gekommen, da er in seiner höchst genauen Description of the Western Islands v. J. 1819 zeigt, wie Gneis, Glimmer- Thonschiefer, Grauwacke, Sandstein und Kalk mit Petrefacten, so mit einander wechseln, daß es ganz ohnmöglich ist, eine ältere und jüngere Formation anzunehmen; nach Schippan (geognostisch-bergmannische Charte der Umgegend von Bräunsdorf, Freiberg 1828) wechseln im Sächsischen Erzgebirge ohnweit Freiberg Gneis, Glimmerschiefer, Grauwacke, Thonschiefer rc. Prof. Hoffmann (Uebersicht der geognostischen Verhältnisse im nordwestlichen Deutschland I. pg. 425) weist nach, daß im Fichtelgebirge eine Masse von Grauwacke, Thonschiefer und Kalk mit Petrefacten von sehr beträchtlicher Breite und in der Erstreckung von mehr als 4 Meilen gleichmässig zwischen Gneis liegt, und

sowohl nach oben als nach unten in diesen übergehet; aus Merian's Beschreibung des südlichen Schwarzwaldes (Basel 1832 Pag. 130) ergiebt sich: daß dieses Gebirge von einer, durch mehrere Granitpartien unterbrochenen, Grauwacke und Thonschiefermasse mitten durchzogen wird, die zum Liegenden und Hängenden Gneis hat, in den sie übergehet, daß auch im Gneise noch die Streichungslinie des Schiefers wohl zu verfolgen ist.

In allen Gebirgen, die genau und ohne vorgefaßte Ansicht untersucht wurden, zeigt sich: daß das Grauwacken- und Gneisgebilde, in Hinsicht der Bildungszeiten, als jüngere und ältere Formation nicht trennbar sind; dagegen wird man berechtigt, anzuerkennen: daß die Glieder des Gneisgebildes nicht ursprünglich so gebildet wurden, wie sie sich zeigen, sondern ihre Form erst durch eine spätere Metamorphose erhielten. Innerhalb des Grauwacken- und Gneisgebildes kommen granitische, syenitische, dioritische, basaltische Gesteine vor, die wieder von den übrigen Gliedern untrennbar sind, anderntheils kommen dieselben Gesteine auch gangartig vor, und unter Verhältnissen, die gar nicht zweifeln lassen, daß sie von unten hervortraten, aufliegende Massen hoben, durch Spalten aufstiegen, sich in Mauern und Domen aufthürmten; öfter erscheinen sie in das Nebengestein wie eingespritzt, müssen daher in einem erweichten Zustande gewesen seyn. Da diese locomotorisch bewegten granitischen Gesteine gar nicht, oder nicht wesentlich verschieden sind von den ähnlichen lagerartigen Gesteinen, so ist es doch gewiß am einfachsten und natürlichsten, von beiden einen gleichen Ursprung anzunehmen und auch die gangförmigen Gesteine für morphologische Umbildungen der Schiefer anzusprechen, um so mehr, da gar keine Thatsache vorhanden ist, die dafür spräche: daß diese Granite rc. einen andern Ursprung hätten, als die andern gleichen Gesteine, und von einem flüssigen, metallischen Erdkerne, oder aus einer ähnlichen Quelle herstammten. Wir werden später sehen, wie sich vermittelst der Analogie die Thonschiefer- und Grauwackenbildungen durch alle Erdperioden bis zu dem jetzo sich im Meere absetzenden

Schlamm, Sand und Kalk verfolgen läßt, wir haben daher Grund, anzunehmen: daß jene Straten auf ganz analoge Art, wie diese, erzeugt wurden, sich aber im Laufe der Zeit mehr oder weniger wesentlich verändert haben. Früher wähnte man: daß es eine Urzeit gegeben habe, wo die Kräfte der Natur ganz anders gewürkt hätten, als gegenwärtig, daß sich aus dem Wasser zuerst Granit, dann Gneis und endlich Thonschiefer niedergeschlagen; später beliebte man einen metallischen und metalloidischen Erdkern anzunehmen, durch dessen Abkühlung und Oxydation die kristallinischen Gesteine entstanden wären und noch zu Tage treten, aus deren Abreibung die Sandsteinformationen gebildet wären; beide Ansichten möchten als gleich unsichere Hypothesen zu betrachten seyn, und es scheint gar kein Grund vorhanden, auf ein kristallinisches Urgebirge zurückzugehen, nirgends hat man auch die sonst angenommene mantelförmige Umlagerung des sogenannten Urgebirges nachweisen können. Wenn es sich bestätiget: daß die Grauwacke des Harzes wirklich zuweilen Granitgeschiebe umschließt, so folgt daraus nur: daß schon zur Zeit der Grauwacke auch die Granitbildung statt gehabt hat, nicht aber, daß in einer frühern Zeit nur Granit abgesetzt sey.

Wir haben bisher die Gesteine betrachtet, die sich durch eine verhärtende, kristallisirende, plutonische, oder vulkanische Metamorphose entwickelt haben, durch welche die amorphischen Straten sich verhärten und in vielfachen Kristallen aufblühen; mit dieser verknüpft sich aber auch eine entgegengesetzte **entbildende Metamorphose**, durch welche jener kristallinische Zustand wieder aufgehoben, zerstört wird, das Gestein gleichsam verfault, in einen amorphischen Zustand wieder zurückkehrt, in Thon, Speckstein, Serpentin und ähnliche Massen sich umbildet. Dem Thonschiefer und der Grauwacke ist diese Metamorphose im allgemeinen fremd, sie betrifft vorzüglich die kristallinischen Straten. Sehr häufig verlieren einzelne Kristalle ihren innern Zusammenhang, werden zu Thon, Steinmark, Serpentin, Grünerde; hierbei verändern sich zwar ihre chemischen Bestandtheile, indem ein und der andere Stoff zu-

rück oder hinzutritt, im allgemeinen bleibt immer noch eine chemische Analogie. Gewöhnlich bezeichnet man diesen Prozeß als Verwitterung, doch kann die Atmosphäre kaum bei demselben von Einfluß seyn, da er gewöhnlich mitten im festen Gestein statt hat. Solche faulige Kristalle verschwinden zuweilen, wie bei manchen Porphyren, Trappgesteinen ꝛc. mit Hinterlassung eines leeren Raumes, sie scheinen sich hierbei wirklich zu verflüchtigen, denn eine mechanische Auswaschung ist bei dem oft dichten Muttergestein nicht wohl glaublich; häufig stehet aber die chemische Constitution dieser metamorphischen oder pseudomorphischen Kristalle auch nicht im geringsten Zusammenhange mit dem chemischen Gehalte der ursprünglichen Form, wie es z. B. der Fall ist, wenn Flußspath und Braunspath in Speckstein umgebildet sind (wie bei Wunsiedel) oder Quarz und Eisenstein in der Form von Kalkspath erscheinen (wie bei Schneeberg und Sundwig ohnweit Iserlohe); zuweilen ist ein ganz freistehender Kalkspathkristall zu Hornstein geworden (wie bei Schneeberg), es ist daher ohnmöglich, daß etwa mechanisch die Partikeln fortgeführt, und in den dadurch entstandenen leeren Raum wieder eine fremde Masse mechanisch eingeführt sey, vielmehr kann man nur annehmen: daß die chemischen Stoffe sich vollständig in einander verwandelt haben. Dieß wird dadurch fast außer Zweifel gesetzt: daß ganze Straten und Gebirgstheile, die aus sehr verschiedenen Fossilien bestehen, zu einer gleichartigen Masse umgebildet wurden. Der Speckstein bei Wunsiedel ist offenbar aus Gneis- und Glimmerschiefer entstanden, die eine Menge verschiedenartiger Kristalle enthielten, deren Form sich erhalten hat, die aber alle als homogener Speckstein erscheinen. Der Porzelanthon von Klum im Leitmeritzer Kreise in Böhmen ist aus Gneis entstanden, der von Schneeberg in Sachsen, von Passau in Baiern, hat sich aus Granit gebildet. Der dem Speckstein ganz verwandte Serpentin ist wohl auf ähnliche Art entstanden, wahrscheinlich aus Massen reich an Feldspath und hornblendartigen Gesteinen, auch kommt er gewöhnlich in Verbindung vor mit Gabbro, Grünstein und Syenit; der Talkschiefer ist

ein Glimmer- oder Chloritschiefer, wo die Quarz- und Feldsteinmasse, oft auch noch viele andere Mineralien, in homogenen weichen Talk umgebildet wurden.

Eine andere merkwürdige Metamorphose der kristallinischen Gebilde betrifft den Zusammenhang, die Cohäsionskraft, mit welcher die Theilchen an einander hängen; diese gehet partienweise ganz verloren, während sie sich zugleich oft in einzelnen Punkten gleichsam concentrirt. Die schöne Granitmasse zu Alexanderbad bei Wunsiedel zeigt große Partien, wo der anstehende Granit ganz unverändert ist, aber so sehr seinen Zusammenhalt verloren hat, daß er in der Hand zerbröckelt auch als Sand benutzt wird; mitten in diesen sandigen Massen liegen Granitstücke in Form von großen Blöcken, die sehr fest sind, in denen der Zusammenhalt sich gleichsam concentrirt hat; die Verhältnisse ergeben offenbar: daß hier noch Alles an seiner ursprünglichen Stelle ist, nur ein Theil des Gebirges locker, der andere desto fester wurde. Wo nun durch den Einfluß der Witterung und durch Gewässer der lockere Sand weggewaschen wird, bleiben die festen Blöcke zurück und bilden über einander gelagert groteske Klippen, mit denen auch die Oberfläche jener Granitberge bedeckt ist. Ganz dieselben Verhältnisse finden sich auf dem Harze am Oderteiche, auf dem Ramberge bei Mägdesprung und wohl meistentheils da, wo ähnliche Granitklippen vorkommen. Wenn L. v. Buch (im mineralogischen Taschenbuche v. J. 1824. S. 496) die Meinung aufstellt: daß diese Blöcke, diese Teufelsmühlen entstanden wären durch flüssigen Granit, der von einem Abhange herabgestürzt, oder bei Erhebung des Granites durch Abreibung sich losgetrennt hätte, so scheint mir dieß irrig, nicht der Natur gemäß. Der kristallinischkörnige Killaskalk verhält sich zuweilen auf gleiche Art: z. B. bei Wolfsberg in Kärnthen, wo die Felsmasse, die übrigens unverändert ist, in der Art ihren Zusammenhalt verloren hat, daß sie für die ganze Gegend als Sand dient; mitten inne liegen Partien oder Blöcke von ganz außerordentlicher Festigkeit. In den jüngern Formatio-

nen ist dieselbe Erscheinung häufig beim Jura- und Alpenkalk, den Quadersandsteinen ꝛc.

Als untergeordnete Massen erscheinen in der Killasformation Kohle und Metalle. Immer ist der graue Thonschiefer kohlig und nicht selten sondert sich eine pulverförmige Kohle in den Klüften ab. Es treten aber auch wirkliche Kohlenflötze (Killaskohle) auf, vollkommen den jüngern Steinkohlenflötzen analog, aber die Kohle hat meistens den größten Theil ihres Wasserstoffes verloren und erscheint als Anthrazit, der häufig zum Kalkbrennen ꝛc. angewendet wird und bei starkem Zuge eine große Hitze giebt. In Nordamerika, bei Worcester, Newport ꝛc. wird ein bedeutender Bergbau auf diesen Anthrazit getrieben, der ganz innerhalb der Killasformation liegt. Die meisten Kohlenflötze der Provinz Münster im südlichen Irland sind Anthrazit, sie wechseln mit Grauwacke und Thonschiefer, und werden von Old red sandstone bedeckt; ganz ähnliche Flötze kommen in Devonshire vor. Die Kohlen selbst enthalten keine bemerkbaren Pflanzenreste, wohl aber finden sie sich in dem Nebengesteine, wo man auch Fucoiden angetroffen hat, Meerespflanzen, die in den Steinkohlenflötzen sonst nicht vorkommen.

Die Metalle erscheinen theils in Gängen, theils in besondern Ausscheidungen, wie in Stockwerken, theils in Lagern. Die meisten schiefrigen Straten führen auch einen Metallgehalt, vorzüglich Eisen, so fein vertheilt, daß er erst bei Metamorphosen sichtbar wird, wenn die Metalltheilchen sich zusammenziehen; manche Straten, besonders die etwas kalkigen, sind sehr reich an Eisen, welches stets auch andere Metalle enthält, und es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Metallgehalt ein ursprünglicher ist. Ziehen bei sehr eisenreichen Schiefern sich die Quarz- und Thontheile mehr zusammen, so sondern sich dadurch auch die Eisentheile mehr ab. Wird die Schiefermasse kristallinischer, ordnen sich die erdigen Theile mehr zusammen, so thun dieß auch die metallischen, und aus Thoneisenstein entstehet Magneteisenstein, Rotheisenstein, Spatheisenstein, Schwefelkies ꝛc. Wo der Schiefer sich in Diorit um-

bildet, wechselt er häufig in Schaalen mit Eisenstein ab, der offenbar durch Aussonderung entstanden ist; wo eine sehr eisenhaltige Grünsteinmasse sich aufgeblähet hat, wo sie gangartig in das Nebengestein setzt, wird dadurch öfter ein Eisensteingang gebildet. Die an mannigfaltigen Fossilien sehr reichen schwedischen grünsteinartigen Eisenlager und Eisensteingänge sind gewiß nicht ursprüngliche Bildungen, sondern die innere Thätigkeit, welche aus amorphischer Thonmasse den Augit, die Hornblende, Strahlstein ꝛc. hervortrieb, bildete auch das Eisenoxydhydrat in kristallinisches Eisenoxyd oder Magneteisenstein um. Alle Verhältnisse führen darauf: daß die in der Killasformation sehr häufigen und oft sehr mächtigen Lager von kristallinischem Spatheisenstein erst das Resultat einer spätern Metamorphose sind, aber merkwürdig ist es, daß, je kristallinischer diese Lager sind, desto eher gewöhnlich auch die entgegengesetzte Metamorphose eintritt, der Spatheisenstein in amorphischen Brauneisenstein sich verwandelt, was auch bei den meisten Gängen von Spatheisenstein der Fall ist; hierbei gehet die Härte des Gesteines, der feste Zusammenhalt der Theilchen verloren, der Kalkgehalt verschwindet größtentheils, der Quarzgehalt sondert sich in stalactitischen Formen aus, und dieser Prozeß hat um so mehr Analogie mit dem Verfaulen, weil auch andere eingemengte Mineralien, wie Granat, Schwefelkies ꝛc., deren Form sich oft noch erhält, ebenfalls ganz zerstört werden. Der hier verschwindende Kalk kann in die Atmosphäre verflüchtiget, aber auch durch einen galvanischen Prozeß an andere Stellen übergeführt werden, und hier, vielleicht entfernt von dem Ursprungsorte, neue Ablagerungen bilden; so könnte aus Eisenoxyd wieder Spatheisenstein entstehen, so könnte Kalkmasse in Gangräume übergeführt werden.

Lager von Schwefelkies sind gar nicht selten in der Killasformation wohl aber nicht so kristallinisch entstanden, wie man sie findet; wir sehen, wie gegenwärtig phosphorsaures und schwefelsaures Eisenoxydhydrat entstehet, aus denen sich einzelne Schwefelkieskristalle herausbilden und so mögen allmählig die ganzen Schwefelkieslager entstanden seyn; nicht selten me-

tamorphosiren diese sich wieder und gehen in Brauneisenstein über. Aus Kupferglanz und Fahlerz entstehet häufig Kupferschwärze, indem der Schwefelgehalt verschwindet. Auf den erwähnten Erzlagern erscheinen sehr verschiedene Metalle, bei denen man nicht wohl zweifeln kann, daß sie gleichzeitig mit der Gebirgsmasse und nicht etwa durch eine Sublimation von unten her entstanden.

Die Killasformation ist die Muttrr der meisten Erzgänge, über deren Bildungsart immer noch großes Dunkel herrscht. Die durch eine gleichförmige Masse von Granit, Basalt, Grünstein, Eisenstein ꝛc. ausgefüllten Gänge, entstanden offenbar dadurch, daß ein gährendes Gestein sich nach oben durch eine Spalte Luft machte und diese ausfüllte. Den Erzgängen liegen ganz gewiß auch Spaltenräume zu Grunde, die oft sehr weit fortsetzen und bis in Tiefen, die wir noch nicht ermittelt haben. Die Gänge sind meist zu Tage laufende Spalten, bei deren Bildung die Gesteinsschichten und zwar vorzüglich die hangenden aus ihrer Lage gebracht oder verworfen sind, so, daß der eine Theil nach oben, der andere nach unten gerückt erscheint und die deßfallsigen Niveauveränderungen sind oft sehr klein, oft auch sehr groß. Viele Verhältnisse, wie die von Gangmasse eingehüllten Geschiebe, und die sogenannten Spiegel sprechen dafür, daß der Gang sich allmählig gebildet und erweitert, das Nebengestein sich in sehr verschiedenen Zeiten verrückt hat, das Liegende in die Höhe gehoben, das Hangende sich herabgesenkt hat. Die Ausfüllungsmasse ist allergrößtentheils Kalkspath, der oft auch mit kristallinischem Quarze wechselt; häufig erscheinen auch Fluß- und Schwerspath; diese Gangmasse führt vielerlei Erze, meist schweflige und gesäuerte, die sich auf vielfache Art umbilden; aus dem Rothgültigerz verflüchtiget sich oft der Schwefel, und es bildet sich gediegen Silber heraus, Bleiganz verwandelt sich in schwefel- kohlensaures und phosphorsaures Blei, wie zu **Lead-hills** ganz augenscheinlich ist; bei Freyberg hat sich aus Sprödglaserz der Eisenkies gebildet; zu **Alston More** verwandelt sich kohlensaurer Baryt in schwefelsauren;

daß die Metalle noch jetzo in einem flüchtigen, gleichsam gasigen Zustande vorkommen, möchte dadurch wahrscheinlich werden: daß zuweilen ein metallischer Anflug an der Schachtzimmerung von verfallenen Gruben bemerkt wurde. Merkwürdigerweise ist oft ein großer Theil des kohlensauren Kalkes aus den Gängen wieder verflüchtiget, wie die deßfallsigen leeren Räume deutlich lehren; der auf dem Harze und auch in andern Gangrevieren häufige sogenannte gehackte Quarz hat seine gleichsam zellige Form dadurch erhalten, daß die Kalk- und Flußspathkristalle, die mit ihm vermengt waren, verschwunden sind; an eine mechanische Auswaschung ist hier gar nicht zu denken, sondern nur an eine Verflüchtigung, schwerlich aber ist diese flüchtige Kalkmasse zur Atmosphäre getreten, wahrscheinlich an einen entfernten Punkt hingeführt und hier abgesetzt. Das unmittelbare Nebengestein der Gänge ist gewöhnlich sehr verändert, zeigt sich als Letten oder Thon. Wo ein Gang verschiedenartige Gesteine durchsetzt, äußern diese einen ganz bestimmten Einfluß auf das Verhalten des Ganges; bei Kupferberg in Schlesien sind die Gänge erzhaltig im Hornblendschiefer, werden aber erzleer, wenn sie in den Glimmerschiefer hineinsetzen; der rothe Gang der Eliaszeche bei Joachimsthal bestehet im Glimmerschiefer aus Letten und führt Uranerze, in der Nähe des Porphyrs bestehet er aus Hornstein mit Silber- Kobalt- und Wißmutherzen; fast jeder Gang zeigt analoge Verhältnisse; ein sehr bestimmtes Verhältniß scheint statt zu haben zwischen den Gängen und den Erhebungen von plutonisch-vulkanischen Gesteinen, denn wo große Massen von Granit, Porphyr, Basalt ꝛc. hervortreten, da auch kommen in der Nähe meist Erzgänge vor, und das Bildungsalter dieser wird im Verhältniß stehen zu jenen Erhebungen; so hat neuerlich Bergrath Maier in Przybram ermittelt: daß die Johanngeorgenstädter Erzgänge, die dortigen Basaltgänge eben so wohl durchsetzen, als von diesen durchsetzt werden; diese aber wieder mit den dortigen Porphyren und Graniten gleichzeitig sind.

Wenn ganze Gebirgstheile in Gährung gerathen, um

Granite, Porphyre 2c. zu bilden, so heben sie erst allmählig das aufliegende Gestein, ehe sie es sprengen und durchbrechen; diese Hebungen bedingen Zerreißungen und dadurch Spalten, deren eine Wand gehoben, gegen die andere gerieben wird, wobei die Temperatur und das ganze electrochemische Verhalten sich erhöhet; da die Erde die Construktion einer galvanischen Säule hat, so würken die Spaltenwände analog den Dräthen unserer Säule, was zwischen ihnen liegt, wird zersetzt und umgebildet, die amorphischen Quarz- und Kalktheilchen scheiden sich und werden längst den Spaltenwänden unter neuen Formen abgesetzt, jeder neue Hebungsruck erneuert, vergrößert die Spalte, setzt den Bildungsprozeß fort; die fein eingemengten hydratischen Erze concentriren sich, werden als die besten electrischen Leiter von weit her zusammengeführt und nehmen neue Formen an. Wenn man sich die Bildungsweise der Gänge auf diese Art klar macht, so erklären sich viele Verhältnisse und man begreift wohl, welchen wesentlichen Einfluß das Nebengestein auf die Gangmasse ausübt. Thonschiefer und Grauwacke enthalten stets einige Erztheile, wenigstens Eisen; das Eisen ist aber fast nie ohne Kupfergehalt, das Kupfer enthält gewöhnlich Silber, und dieses Gold; hundert Zentner Schiefer würden bei der Analyse ohne Zweifel einen großen Erzklumpen liefern, der aus den verschiedenartigsten Metallen bestehet. Die unendlich feine Zertheilung mancher Erze ergiebt sich unter andern aus der Thatsache: daß die chemische Analyse in den Rammelsberger Kiesen noch kein Gold hat auffinden können, obgleich der Hüttenprozeß eine bedeutende Ausbeute davon liefert. Die sehr vielartigen Erze in den Lagern und Stockwerken sind wohl ohne Zweifel mit der Gebirgsmasse selbst gleichzeitiger Entstehung, weßhalb anzunehmen seyn wird, daß unmittelbar mit den Killasgesteinen auch sich gleichzeitig viele Erze bildeten. Alle diese Verhältnisse berücksichtigend, wird man zu dem Resultate geführt: daß die Ganggesteine ein umgebildetes Product der Straten sind, die sie durchsetzen; und, wie wir glauben möchten, dürfte es gar nicht nothwendig seyn, hypothetisch anzunehmen: daß

die Ganggesteine mit ihren Erzen durch Sublimation aus ganz unbekannten Regionen herstammten, von einem metallischen, flüssigen oder sich oxydirenden Erdkerne, welche Hypothese neuerlich viele Anhänger gefunden hat, auch durch L. v. Buch und H. v. Dechen (in der Bearbeitung der Geognosie von de la Beche S. 589) vertheidigt wird.

Die offenbar sehr bedeutende Mächtigkeit der Killasformation vermögen wir nicht näher zu ermitteln, da wir ihr Liegendes nicht kennen; ihr Oberflächenansehen ist nach den Gesteinen verschieden; wo das Thonschiefer- und Grauwackengebilde herrscht, wo die Gesteine daher am wenigsten umgebildet sind, da zeigt sich im allgemeinen ein welliges Plateau, das nicht über 2000′ jetziger Meereshöhe ansteigt; abgesehen von den eingeschnittenen Thälern, entstehet die wellige Oberfläche vorzüglich dadurch, daß einzelne grünsteinartige, porphyrartige oder ähnliche Massen sich über die allgemeine Fläche mehr oder weniger erheben. Wo das Glimmerschiefer- und Gneisgebilde herrscht, das Urgestein daher schon eine wesentliche Veränderung erlitten hat, erhebt das Gebirge sich auch meistens bedeutend über das Schieferplateau; das Granitgebilde, welches häufig die schiefrigen Straten gehoben, zerrissen hat, in einer erweichten Form durch die Spalten sich heraufgeschoben, oft langgestreckte Kämme bildend, erhält hierdurch immer ein bedeutend hohes Niveau.

Die Schichtung der Killasschiefer ist nie horizontal, war es auch wohl nie, nähert sich aber mehr der Horizontal- als der Perpenticularlinie; jede Gesteinsveränderung wirkte auf die Schichtung des Nebengesteines und von nicht minderm Einflusse war jede Hebung. In der Nähe der gehobenen granitischen Massen stehen die Schichten meist sehr steil; indem die Schiefermasse sich in Gneis, Glimmerschiefer, Grünstein umbildete, dabey mehr oder weniger aufschwoll, ging die urspüngliche Schichtung verloren und die Schichten umher bekamen eine steilere Stellung. Die Aufrichtung der Schichten ist offenbar viel mehr die Wirkung localer als allgemeiner Ursachen, was auch dadurch sich ergiebt: daß das allgemeine Streichen

der Schichten eben so häufig als verschiedenartig modificirt wird. Unsre Killasgebirge sind wohl ursprüngliche Erhabenheiten, die mit einander durch Flächen in Verbindung stehen, die hoch mit Flötzgebirge bedeckt sind; sie bildeten wahrscheinlich die Sandbänke und moorigen Untiefen des alten Meeres. Die Schichten lagern sich da horizontal ab, wo sie Bassins erfüllen, schwerlich aber wohl da, wo sich Sandbänke anhäufen; deßhalb ist wohl anzunehmen, daß die Schichtung der Killasgebirge ursprünglich nicht horizontal war; die sandigen und thonigen Schichten der norddeutschen Ebene liegen gar nicht überall horizontal, sie zeigen Erhebungen und Biegungen, die gewiß ursprünglich und nicht Folge von vulkanischen Erhebungen sind; was hier sich im Kleinen zeigt, wird sich in dem Grunde des tiefen Meeres im Großen darstellen. Daß im Schiefergebirge viele locale Erhebungen statt gehabt haben, ist ohne Zweifel, eben so, daß die gährende granitische Masse Spalten aufgebrochen und durch diese sich ergossen hat, wir wissen, was gehoben hat und gehoben wurde; aus diesen localen Erhebungen folgt aber nicht die Erhebung der Gebirgsmasse als Ganzes. Das rheinische Schiefergebirge, der Frankenwald und viele andere Gegenden stellen große Plateau's von Schiefergebirgen dar, wo durchaus große Massen von erhobenen Gesteinen fehlen, daher ist es wohl am einfachsten und natürlichsten, diese Hochebenen für ursprüngliche Erhabenheiten anzuerkennen, wir können daher gar nicht mit den Geognosten übereinstimmen, die nach dem Vorgange L. v. Buch's und Elie de Beaumont's von jedem Gebirge im Allgemeinen annehmen: daß es eine Erhebung über einer mächtigen Spalte sey.

Von organischen Resten finden sich in der Killasformation Pflanzen, die meist aus dem Meere zu stammen scheinen, sehr viele Zoophyten (über 20 Gattungen) Radiarien (über 10 Gattungen) oft in außerordentlicher Menge; einige Annulaten, Mollusken in sehr großer Zahl, vorzugsweise den jetzigen Nautilen verwandte Orthoceratiten und die Familie der Terebrateln; Kruster, als viele Gattungen

der Familie der Trilobiten, die strichweise in ganz außerordentlicher Frequenz vorkommen, und Reste von Fischen. Die Zoophyten, Radiarien und Mollusken liegen meist in kalkigen Straten, weil sie damals, wie jetzo, kalkigen Grund liebten und von dem sich bildenden Kalk umschlossen wurden; die Kruster finden sich gewöhnlich in dunklem Thonschiefer, und lebten offenbar auf schlammigem Grunde, und wie sie abstarben, wurden ihre Reste von sich ablagerndem Schlamm bedeckt und erhalten. Die Petrefacte sind meistens schlecht erhalten, es finden sich fast mehr Abdrücke, als Reste des Thieres selbst. Die Petrefacte zeigen sich nur in den Schichten, welche keine wesentliche Veränderung erlitten haben; wo sich die Kieseltheilchen zusammenzogen, um den so häufigen Kieselschiefer, Quarzfels, Feldstein ꝛc. zu bilden, da verschwand natürlich die organische Form, und dieß mußte in noch höherm Grade da der Fall seyn, wo die amorphische Masse sich in eine kristallinische umbildete; indem sich hier die Theilchen anders verbanden und gruppirten, ging der organische Kalk mit in die Metamorphose ein, die Form verlor sich gänzlich. Der jetzo ganz petrefactenleere Glimmerschiefer, Gneis, Granit ꝛc. wird, aller Analogie nach, in seiner ursprünglichen Form so gut und so viele Petrefacten enthalten haben, als Thonschiefer und Grauwacke. Da nun der größte Theil der Killasstraten eine solche Umbildung erlitten hat, in Gemäßheit welcher die organischen Reste undeutlich geworden, oder ganz verwischt sind, so ist mit voller Sicherheit anzunehmen, daß wir nur einen kleinen Theil der Organismen kennen werden, die in jener Urzeit lebten, wo sich die Killasformation absetzte, um so mehr, da doch die meisten Organismen verwesen, ihre Reste sich nur unter gewissen günstigen Verhältnissen erhalten, und die vielen ganz weichen Thiere ganz spurlos vergehen. Es ist daher gewiß irrig anzunehmen: daß in jener ältesten Periode nur allein die Gattungen gelebt hätten, die uns zur Zeit daraus bekannt geworden sind.

Die geologischen Beziehungen unserer Formation sind schon mehrfach erwähnt, die Petrefacte lehren, daß sie im All-

gemeinen unter dem Meere gebildet wurde, wo sich strichweise moorige, kalkige und sandige Massen absetzten, ursprüngliche Erhabenheiten bildend; die anfangs schleimartigen Absätze, die daher auch die feinsten Theilchen der Thiere umhüllen konnten, erhärteten allmählig zu mannigfachen Schiefern, und die gleichen Theile zogen sich zusammen; später trat zu verschiedenen Zeiten eine mehr oder weniger vollkommene innere Gährung ein, wobei die Masse aufschwoll und halb oder ganz kristallinisch wurde.

Geographische Verbreitung. In Skandinavien und Finnland, ist die Killasformation ganz vorwaltend; aber sehr zurückgedrängt erscheint das Thonschiefer- und Grauwackengebilde, welches dann keine 2000′ hohen Bergmaßen bildet, strichweise sehr reich an Orthoceratiten, Terebrateln und Trilobiten; viel mehr verbreitet ist das Gneis- und Glimmerschiefergebilde, welches zu einem viel höhern Niveau ansteigt; Granite und Porphyre sind in mächtigen Massen aufgestiegen. Orthoceratitenkalke Scandinavien's finden sich auch in Lifland wieder, wechselnd mit Thon- und Sandsteinen; nach den Beobachtungen von Engelhard (Karsten's Archiv II. v. J. 1830) sollen ähnliche Sandsteine, entfernt von der Küste, Knochen von Saurier, selbst von Elephanten umschließen.

In England bildet die Formation ein ausgedehntes Plateau von etwa 2000′ Höhe im westlichen Theile der Insel (Cornwall), selten in Glimmerschiefer übergehend, hie und da von Granitmassen durchsetzt; in Schottland und Irland treten dagegen häufiger die kristalliniſchen Gebilde hervor. Das nordwestliche Frankreich wird von Brest bis Havre, in Cotentin, durch ein etwa 2000′ hohes Schieferplateau durchzogen, welches häufig Umbildungen in Glimmerschiefer und granitische Gesteine zeigt; nach kurzer Unterbrechung tritt das Schieferplateau in großer Ausdehnung wieder zu Tage, die Ardennen, den Hundsrück und das große rheinische Schiefergebirge darstellend, das sich bis nach Hessen hinzieht, ein Niveau von etwa 1500′ Höhe hat, sehr arm an Glimmerschiefer, Gneis und Granit ist; häufig erscheint Grünstein, selten Porphyr;

10*

strichweise durchziehen viele Basalte den Killas und thürmen sich über ihm in Kegeln auf; in weniger Entfernung erhebt sich das gleichartige Plateau des Harzes, durchsetzt von zwei Granitmassen, die sich im Brockenzuge 1000′ über das Plateau erheben; ein gleiches Plateau stellt der Frankenwald dar, fast frei von kristallinischen Gebilden; dieses setzt sich im Fichtelgebirge fort, wo an mehrern Punkten Glimmerschiefer und aufgestiegene Granite erscheinen, und dieses wieder auf ähnliche Art in den Bayerschen und Sächsisch-Böhmischen, und den Mährischen und Schlesischen Gebirgen, wo strichweise das Glimmerschiefer- und Granitgebilde häufig, selbst vorwaltend werden, sich dann auch meist bedeutend über das Plateau erheben.

In den westlichen Alpen, von Neustadt bis zur Schweitz, wird die Killasformation vorzugsweise die Centralkette bilden, aber nur an niedern Punkten erscheint das Thonschiefergebilde mit einigen Petrefacten, wie bey Bleiberg, vorwaltend dagegen das Glimmerschiefergebilde, welches sich hoch über jenes erhebt; in den westlichen Schweitzer-Alpen dürfte unsere Formation ganz fehlen; was man von hier als Thonschiefer, Grauwacke, Gneis ꝛc. beschrieben findet, wird einer andern, viel jüngern, Formation angehören. In Italien fehlt die Killasformation wohl ganz; im südlichen Frankreich bildet sie aber wahrscheinlich das Centralplateau, an der Loire, Rhone ꝛc. welches vorwaltend aus Gneis und Granit bestehet; sehr verbreitet und entwickelt ist unsere Formation in Nordamerika, ob sie aber in Südamerika und überhaupt in den südlichen Gegenden auftritt, ist noch zweifelhaft.

---

§. 2.

Der Oldredsandstone

(den wir der Kürze wegen mit dem Namen Oldred bezeichnen wollen.)

In England und auf der westlichen Seite des Rheini-

schen Schiefergebirges liegt der Grauwacke oder der Killasformation zunächst ein meist rother und conglomeratartiger Sandstein, der keine Reste von Meerorganismen umschließt, zuweilen aber Steinkohlen mit vielen Landpflanzen, und der von einem Meerkalke, dem **mountain lime** oder Bergkalke bedeckt wird. Der Hauptcharacter des Oldred liegt daher in dem Auftreten der ältesten, nicht unter dem Meere, sondern auf dem festen Lande gebildeten Sandsteinformation.

Es herrscht ein meist rother, doch auch grauer, oder bläulicher, oft conglomeratartiger Sandstein, von verschiedener Härte und in dicke Schichten getheilt; zuweilen wird er auch glimmerreich, schiefrig und liefert gute Platten (Flagstone). Indem er besonders im südlichen England viel Quarzbrocken, selten nur fremde Geschiebe umschließt, wird er dadurch conglomeratartig; zuweilen führt er rundliche Kalkconcretionen, die unter dem Namen von Cornstone bekannt sind. Untergeordnet finden sich zuweilen Kohlenstraten (Oldredkohle) und Kalklager. Die Mächtigkeit ist sehr verschieden und steigt zuweilen bis 2000′. Das Niveau ist gewöhnlich niedriger als das der Killasfomation, steigt aber an einzelnen Punkten bis 3000′ Höhe an. Petrefacte fehlen in dem Englischen Oldred meist gänzlich; in dem untergeordneten Steinkohlengebilde finden sich Pflanzenreste, denen der jüngern Steinkohlen (Gritkohlen) ganz ähnlich. Umbildungen in kristallinische Gesteine scheinen in England nicht vorzukommen, wohl aber finden sie sich in Schottland, besonders an der Ochilskette.

Geographische Verbreitung. In dem südlichen Theile von England bildet der Old bedeutende Bergzüge, die aus sehr einförmigem rothem Sandsteine ohne Petrefacte bestehen, der ziemlich scharf von dem unterliegenden Killas und aufliegenden Bergkalke geschieden ist; in dem nördlichen England, an der Tweed, finden sich untergeordnete Flötze von Schieferthon und Steinkohlen ein, reich an Resten von Landpflanzen.

Im südlichen Schottland, wie Fifeshire, wird der Oldred nach oben gelblich, führt Reste von Pflanzen, zuweilen Fischschuppen (von **Dipterus macropygopterus**,) und gehet in

Mandelstein über (Flemming im Edinb. Journal nat. sc. III. 1831. pag. 81); im nördlichen Schottland, besonders in Caithneß, folgt dem gewöhnlichen Oldred ein mächtiges Gebilde von dunklem Kalkschiefer, wechselnd mit grauen Sandsteinen, worauf wieder rother Sandstein folgt; der dunkle Kalk, der hier untergeordnete Lager im Oldred bilden wird, zeigt viele Reste von Süßwasserfischen, als: Dipterus brachypygopterus, macropygopterus, Valenciennesii, macrolepidotus; — Ostelopis macrolepidotus und microlepidotus', auch Reste von Schildkröten aus der Gattung Trionyx.

An der Westseite des Rheinischen Schiefergebirges, in den Ardennen, in Belgien und bis zum Rheine, wird die Grauwacke von Sandsteinen und Conglomeraten überlagert, bekannt in der Gegend von Aachen als rothes Gebirge, Kieselfels und rother Sandstein, die weder Kohlen und Erze, noch Petrefacte führen und unmittelbar durch einen Meerkalk bedeckt werden, der ganz dem Englischen Bergkalke entspricht. An der Ostseite desselben Gebirges, längst dem Taunus, an der Nidder, Nidda rc. zeigen sich zunächst der Grauwacke auch rothe und conglomeratartige Sandsteine, die von dem Zechsteine, — der auch unter dem Meere gebildet ist — bedeckt werden und die man allgemein unserem Todtliegenden beizählt.

---

§. 3.

Das Todtliegende, oder die Psephitformation.

Der wesentliche Character dieses Stratensystemes (das man da annimmt, wo der Oldred nicht vorhanden ist), liegt darin, daß es zunächst der Killasformation folgt und von einem Meerkalke — dem Zechsteine — zunächst überlagert wird, daß ferner ein rother Sandstein vorherrscht mit untergeordneten kohligen und kalkigen Straten, dessen Petrefacte lehren: daß er nicht unter dem Meere, sondern auf dem festen Lande abgesetzt wurde, daher er (wie der Oldred) die älteste Land- und Süßwasserformation darstellt. Diese allgemeinen

Lagerungsverhältnisse des Todtliegenden sind offenbar denen des Oldred sehr analog und würden beide Gebilde als gleichförmig zu betrachten seyn, wenn sich ergeben sollte: daß der in England aufliegende Bergkalk dem deutschen Zechsteine entspräche.

Die Hauptmasse des Todtliegenden wird gebildet durch einen, im allgemeinen grobkörnigen, in starke meist ziemlich horizontale Bänke getheilten, gewöhnlich braunrothen Sandstein, bestehend aus Körnern und Brocken von Quarz, verbunden durch rothen eisenschüßigen Thon (Schieferletten), welcher sich oft auch in einzelnen Flötzen aussondert, als schiefrig thonige Straten; indem die eingemengten Quarzbrocken häufig und groß werden, nimmt das Gestein einen conglomeratartigen Character an; Glimmerblättchen und thoniger Feldspath werden häufig bemerkt. Grob- und feinkörnige Straten wechseln mit einander und mit schiefrigen Straten ab. Meist ist der Sandstein rundkörnig, zuweilen auch eckigkörnig und im allgemeinen von nicht bedeutender Festigkeit. Das Bindemittel wird zuweilen quarzig, selbst kristallinisch, dann ist das Gestein sehr hart und liefert, wie am Kiphhäuser, geschätzte Mühlsteine; tritt bei dieser Varietät der Glimmer stärker hervor, so bricht das Gestein in dünne, gneisartige Platten (Waldplatten des Thüringerwaldes); zuweilen scheidet sich auch Feldspath sichtlicher aus, dann wird das Gestein in Handstücken dem Granite ähnlich. Fremde Geschiebe kommen (mit Ausnahme von Porphyr) nur strichweise, wie am Thüringerwalde, Taunus und Speßart, in den untersten Schichten vor. Immer folgt unser Sandstein der Grauwacke, ist öfter mit ihr gleichmäßig gelagert und gehet wohl in sie über; aber eben so oft erscheint er scharf von derselben getrennt, bedeckt sie mit abweichender und übergreifender Lagerung.

Morphologische Umbildungen verschiedener Art zeigen sich häufig innerhalb des Todtliegenden. Kugeln von unreinem röthlichem Kalk werden häufig im Sandsteine gefunden, die offenbar dadurch entstanden, daß die Kalktheile sich zusammenzogen und diese Form annahmen. Aehnliche kugelförmige

Massen von hartem Thonstein (Hornquarz) erfüllen häufig die untern Schichten des Sandsteins im Mansfeldischen; sie liegen bald mehr einzeln, wie Geschiebe, in Thonstraten, bilden aber auch, mehr zusammenhängend, ganze Lager und man kann nicht wohl daran zweifeln, daß sie auf analoge Art sich bildeten, als jene Kalkkugeln, indem Quarz- und Thonmasse sich mit einander zu einem eigenthümlichen Körper verbanden, sich in runden Formen concretionirten.

Ein ähnlicher Thonstein bildet häufig dem Sandsteine untergeordnete Flötze, wechsellagert mit demselben und gehet so in ihn über, daß alle Stufen vom vollkommnen Sandstein bis zum Thonstein zu beobachten sind, so, daß dieser als ein, gleichsam zusammengeflossener, Sandstein zu betrachten ist, wovon man sich z. B. bei Chemnitz in Sachsen wohl überzeugen kann.

Mit dem Thonsteine in Verbindung oder auch allein erscheinen oft in großen Massen: Wacke, Mandelstein und Porphyr, die so klar und unverkennbar in den Sandstein übergehen, oder sich aus ihm herausbilden, daß man sie, wie schon Lasius für die Gegend von Ilfeld ausführte, gar nicht geognostisch von dem Sandsteine trennen kann. Das Todtliegende gehet hier häufig in sogenannten Eisenthon über, der ganz der Schieferletten des Sandsteins zu seyn scheint, in dem sich die Quarzkörner nur aufgelöst und verflößt haben. Dieser Eisenthon bildet theils Flötze, theils kleine Auftreibungen, wird oft blasig, und wenn diese Blasen durch Quarz- und Kalkmasse ausgekleidet sind, entstehet Mandelstein; sondert sich aus der Hauptmasse der Quarz in Kristallen aus, kristallisirt der Thon in Feldspath, so bildet sich Porphyr, dessen Uebergang in Sandstein an unendlich vielen Punkten zu beobachten ist. Die Quarzkörner des Sandsteins verschwinden, verschmelzen gleichsam mit dem Schieferletten, wodurch eine Grundmasse gebildet wird, aus der sich Kristalle ausscheiden.

Eigenthümliche Bildungsverhältnisse lassen sich zwischen Halle und Giebichenstein beobachten; am Sandfelsen stehet ein vollkommen geschichtetes, sandsteinartiges Gestein an, kaum er-

kennt man aber Quarzkörner und statt des thonigen Schieferlettens des Sandsteins zeigt sich ein unvollkommner thoniger Feldstein, so, daß die Masse ein Mitteldiug ist zwischen Porphyr und Sandstein, ein sandiger Porphyr, den man auch wohl Trümmer-Porphyr nennt; dieser umschließt kuglige oder eckige Stücke von sehr festem Porphyr; es hat ganz das Ansehn, als wenn Porphyrgeschiebe in porphyrartigem Sandsteine lägen, doch sind die festen Stücke nur harte Concretionen der lockern Masse; solche Straten hat man häufig Porphyr-Conglomerat genannt; verfolgt man den Weg weiter, so ist unverkennbar, wie viele solcher geschiebartigen Stücke, gleichsam mit einander verschmelzen, und häufig erkennt man noch die Umrisse derselben; indem auch diese verwischt werden, zeigt sich der dichte, gewöhnliche Porphyr; hier ist deutlich wahrzunehmen, wie der dichte Porphyr aus dem conglomeratartigen, dieser aus dem sandigen entstand, indem der Bildungsprozeß immer weiter und energischer um sich griff. Was auf dem ersten Anblick als Conglomerat erscheint, ist nicht mechanischer, sondern chemischer oder morphologischer Bildung. Die Porphyrkugeln verhalten sich hier zum dichten Porphyr, auf analoge Art, als die vorher erwähnten Kugeln von Hornquarz zum Thonstein.

Wer von der Ansicht ausgeht: daß der Porphyr eine fremde, aus unbekannter Tiefe hervorgetretene Masse sey, der betrachtet jene Conglomerate und Trümmergesteine für abgeriebene Porphyrbrocken, und, da deren Zusammenhang mit dem Sandsteine nicht zu leugnen stehet, wird er veranlaßt, die ganze Sandsteinformation für abgeriebene Porphyrmasse zu erkennen und so von einer Hypothese zur andern geführt.

Wir hingegen halten den Sandstein für die ursprüngliche Masse, oder das Muttergestein, aus dem sich später strichweise der Porphyr durch einen eigenthümlichen Thätigkeitsact entwickelt hat; der, wenn man will, vulkanische Heerd, der die Porphyre erzeugte, lag nicht unter, sondern in dem Sandsteine selbst; der Umbildungsprozeß ging wohl theils von dem Quarze aus, der auf eigenthümliche Art sich auflößte, theils vom Schie-

ferletten, dessen thoniger, hydratischer Zustand sich veränderte durch einen Prozeß, den man etwa mit der Gährung verglei- chen kann, wodurch die Masse erst erweichte, sich veränderte, dann compacter wurde, wo sich dann Kristalle ausschieden. Beschränkte sich dieser Prozeß bloß auf das Cement, so bilde- ten sich die harten kristallinischen Straten, die zu Mühlsteinen benutzt werden; ergriff der Prozeß aber auch den eingemeng- ten Quarz, so verschmolz gleichsam die ganze Masse zu mehr oder weniger quarzigem Feldstein (dichtem Feldspath), aus dem sich meist kristallisirter Quarz und Feldspath ausschieden. Ge- schahe dieser Prozeß in einer unbedeutenden Schicht nicht über- all gleichförmig, so zogen sich kugelförmige Massen zusammen, wie in den Hornquarzschichten, hatte er gleichförmig statt, so entstand eine Schicht von Thonstein; ergriff er aber große Massen, so bläheten diese sich auf, bildeten domartige Auftrei- bungen, es entwickelte sich ein Mandelstein, oder ein vollkomm- ner Porphyr und die benachbarten Schichten wurden in ihrer Lagerung wesentlich gestört. Die herrschende röthliche Fär- bung des Porphyrs rührt wahrscheinlich von dem Eisengehalte des rothen Schieferlettens, die dunklen, grünlichen, trapparti- gen Porphyre und der Mandelstein entstanden wahrscheinlich aus Sandsteinen, die weniger Eisen enthielten, oder nicht roth gefärbt waren. Ungemein häufig zeigen sich domartige Erhe- bungen unseres Porphyrs, gangförmig kommt er aber fast nie vor; ohnweit Hettstädt, in der Weinstraße, zeigen sich im ro- then Sandsteine Gänge eines trappartigen Gesteins, von dem es zweifelhaft ist, ob es aus dem Sandsteine, oder aus der unterliegenden Killasformation herstammt. Der Prozeß, wel- cher die Porphyre bildete, scheint sich gewöhnlich nicht auf Sandsteinstraten erstreckt zu haben, deren Cement ein sehr koh- liger Thon ist, und welche die Steinkohlen begleiten; diese sind oft zwar sehr erhärtet, nicht aber in Porphyr umgebildet. So häufig auch die den Sandsteinen untergeordneten Kohlenlager durch die sich bildenden Porphyre in ihren Lagerungsverhält- nissen gestört sind, so haben sie dadurch doch keine wesentliche Veränderung erlitten; der auftretende Porphyr hatte daher al-

ler Wahrscheinlichkeit nach keine hohe Temperatur, aber der ganze Prozeß fand auch nicht unter einer hohen Bedeckung statt, die hätte zerrissen werden müssen; denn wo die Masse durch Spalten aufsteigt, da findet man gewöhnlich auch Spuren von einer hohen Temperatur. Terrestrisches Feuer war bei diesem Prozesse wohl gar nicht wirksam; die Porosität gewisser Massen, die zuweilen eine Aehnlichkeit mit Schlacken haben, hängt mit dem Verschwinden von Feldspathkristallen zusammen.

Umbildungen in Glimmerschiefer, Gneis und granitische Gesteine scheinen unserm Sandsteingebilde ganz zu fehlen; sie finden sich aber in dem vorher erwähnten rothen Sandsteine Schottlands, der mit dem dasigen Gneise gleiches Streichen hat; öfter ist hier ein und dieselbe Schicht auf der einem Seite Gneis, auf der andern Sandstein.

Die porphyrartigen Gesteine erliegen häufig einer entbildenden Metamorphose; ganze mächtige Massen verfaulen gleichsam zu Porzellanthon, wie bei Morl ohnweit Halle und bei Seidlitz ohnweit Meißen; die mehrere Lachter mächtige Porzellanerde gehet nach unten in gewöhnlichen Porphyr über; übrigens kann man bei derselben noch oft die porphyrartige Structur erkennen und erhält die Ueberzeugung: daß die Grundmasse und die Einmengungen des Porphyres sich in homogenen Thon umgebildet haben; nur die Quarzkörner sind gewöhnlich unversehrt geblieben; der Gehalt an Alkali und Eisen scheint ganz verschwunden, dagegen haben sich schöne Gypskristalle gebildet. Auch im festen dichten Porphyre sind öfter die Feldspathkristalle in Porzellanthon verwandelt, zuweilen dann auch ganz oder größtentheils, mit Hinterlassung von leeren Räumen, verschwunden, wobei mehr eine Verflüchtigung als Wegwaschung statt gefunden zu haben scheint. Zuweilen sind Feldspathkristalle in Speckstein verwandelt; der Thonstein von Rochlitz ist häufig in Steinmark umgebildet; auf ähnliche Art wird auch die sogenannte Sächsische Wundererde von Planitz bei Zwickau entstanden seyn.

Dem alten rothen Sandsteine untergeordnet erscheint eine **Kohlen-** und eine **Kalkbildung**, die theils getrennt, theils vereinigt auftreten.

Das **Kohlengebilde** bestehet vorwaltend aus Sandstein, der dem rothen Sandsteine darin ganz ähnlich ist, daß er gleiche Quarzbrocken enthält, dadurch aber von ihm abweicht, daß statt des Cementes von rothem eisenschüßigem Thone ein dunkelgrauer kohliger Thon auftritt, der, wenn er sich in reinern Flötzen aussondert, **Schieferthon** genannt wird; dieser wechsellagert mit jenem **Kohlensandstein** und mit mehr oder weniger reinen **Steinkohlen**; untergeordnet finden sich auch häufig kalkige Straten; ein sandiger kalkiger Mergel ist bei Wettin unter dem Namen Grandschmitz bekannt; mit dem Namen Schwarte bezeichnet der Wettiner Bergmann einen sehr eisenschüßigen Mergelkalk, der sich ganz dem thonigen Sphärosiderit nähert, welcher häufig Reste von nicht wohl bestimmbaren Muscheln führt, und man sieht hier deutlich, daß in der damaligen, wie in der jetzigen Zeit mit der Kalkbildung gleich die Conchylien als Thierbildung auftreten. Auch in andern Gegenden werden die Kohlen von ähnlichen kalkigen Massen begleitet, die häufig, besonders im Saarbrückschen als kalkiger Thoneisenstein, oder knollenförmiger Sphärosiderit erscheinen, der hier sehr häufig thierische Reste, besonders das Knochengerüste von einem Süßwasserfisch (Palaeoniscum macropterum) umschließt. Offenbar setzte sich dieses Gestein als schleimiger Schlamm aus süßem Wasser ab, umhüllte die abgestorbenen Fische, und concretionirte sich erst später; solche Thoneisensteine sind hier, besonders nach dem Ausgehenden zu häufig in dichten Roth- oder Brauneisenstein umgewandelt; statt Hydrat erscheint nun Eisenoxyd; der Kalk ist entweder verschwunden, oder in Eisen umgebildet, und wir sehen hier deutlich, wie aus einem eisenschüßigen Schlamme allmählig Lager von Rotheisenstein sich bilden können. Der Kalk und Eisenstein des Steinkohlengebirges hat sich, allen Verhältnissen nach, ganz auf die Weise gebildet, als in unsern jetzigen Mooren sich Wiesenmergel und Limonit erzeugt. Der Schieferthon wird

auf ähnliche Art aus moorigem Schlamm entstanden seyn, und es folgt hieraus von selbst, daß die Steinkohlenflötze ursprünglich Torflager gewesen seyn werden, die da empor wuchsen, wo wir sie jetzo finden; mit der Zeit ist die Masse sehr verändert, erhärtet, hat einen großen Theil Wasserstoff verloren. Keine Thatsache beweist: daß die Steinkohlen aus zusammengeschwemmten Pflanzen entstanden wären; alle Verhältnisse sprechen für eine so allmählige Entwickelung, als bei unserer Torfbildung; diese begünstiget ungemein die Vegetation, aber nur in einem gewissen Kreise; vorwaltend sind es Sumpfpflanzen, die wir in den Torfmooren antreffen; große Bäume, die einen trocknen Boden lieben, sterben durch ein entstehendes Torfmoor bald ab, und auf dem Grunde der Torfmoore finden sich häufig noch Stümpfe von aufrecht stehenden Bäumen.

Die Steinkohle selbst enthält selten erkennbare Reste von Vegetabilien, desto häufiger sind sie in dem Schieferthon; indem er sich als schleimartiger Moor niederschlug, umhüllte und erhielt er auch die zartesten Pflanzenformen; in sehr vielen Arten finden sich vorzugsweise die Gattungen **Pecopteris**, **Calamites**, **Neuropteris**, **Sigillaris**, **Lycopodites**, **Lepidodendron**, **Stigmaris**, **Annullaria etc.**, die zwar jetzo nicht mehr existiren, aber unverkennbar ist ihre Analogie mit Pflanzen, die jetzo in sehr sumpfigen Gegenden der heißen Zone leben; manche baumartige Farren (Sigillarien) erreichten damals bis 50′ Höhe, manche Licopodiaceen (Lepidodendern) 60 — 70′ Höhe. In dem Kohlensandstein unmittelbar unter den Kohlen finden sich nicht selten aufrechtstehende Baumstämme, die mit ihren Wurzeln noch in dem alten Boden haften.

In dem rothen Sandsteine sind die vegetabilischen Reste selten und bestehen nur in Stamm- und Wurzelstücken großer Bäume, deren Masse sich in Quarz verwandelt hat, wobei deren innere Structur sich vollkommen erhielt. Diese meist auch noch aufrecht stehenden Stämme sind unter dem Namen Staarstein bekannt und haben meist Analogie mit unsern jetzigen Palmen, wie die Gattungen **Fasciculites**, **Perfossus** und die ganze Familie der Rhicomaten (nach **Cotta**); die Sandebenen

der damaligen Zeit hatten daher, wie es auch wohl natürlich ist, eine andere Vegetation, als die Torfmoore; weil hier aber kein feiner kohliger Schlamm die feinen Pflanzenreste erhielt, so verfaulten diese, wie in unseren Ebenen; nur, wo unter besondern Umständen ein Stamm verkieselte, erhielt er sich; aber aus diesen Resten können wir mit Sicherheit schließen, daß auch der allmählig sich erhöhende Sandboden mit einer reichen Vegetation bedeckt war, und aller Wahrscheinlichkeit nach entsprach dieser auch eine analoge Animalisation.

Das Steinkohlengebilde bei Ilfeld, Wettin, Waldenburg rc. ruhet zuweilen unmittelbar auf der Killasformation, oder liegt in den untern Schichten des rothen Sandsteins; auch ist es allgemein anerkannt, daß die Hauptmasse des rothen Sandsteins über den Kohlen lagert; man konnte daher die Kohlen als eine untere Formation betrachten, die stellenweise mit den untern Gliedern der aufliegenden Sandsteinformation in Wechsellagerung träte, besonders weil es sehr häufig ist, daß benachbarte Formationen auf der Grenze mit einander wechsellagern; da wir aber neuerlichst, besonders in Böhmen (durch Hrn. Carnal) Steinkohlengebilde haben kennen lernen, die sehr mächtige Massen von rothem Sandstein im Liegenden haben, so ist es der Natur gemäßer, dieses Kohlengebilde als ein untergeordnetes Glied der Sandsteinformation anzuerkennen. Bei Ilfeld, Wettin rc. finden sich meist nur 3 Kohlenflötze, in Schlesien, bei Waldenburg rc. liegen 10 — 20 Flötze über einander; dieser Wechsel von Sandstein und Kohle wird dadurch wohl verursacht seyn, daß die alten Torfmoore, — wie es auch bei den jetzigen öfter der Fall ist, mit Flugsand überdeckt wurden, auf welchem dann eine neue Torfbildung sich entwickelte. Ursprünglich werden die Kohlen eine ziemlich horizontale, aber den Unebenheiten des Bodens conforme Lagerung gehabt haben (wie wir sie bei unsern jetzigen Torfmooren finden), die aber durch das Auftreten der Porphyre, durch Hebungen und Senkungen des Bodens, später Störungen erlitt, welche in der Nähe des Porphyrs wohl nie fehlen, wo zuweilen die Schichten fast seiger stehen.

Das, dem **Sandsteine untergeordnete Kalkgebilde**, das wir als **Psephitkalk** bezeichnen können, erscheint theils als ein ziemlich reiner, theils als ein eisenschüßiger Kalk, theils als ein kohliger, merglicher Kalk, dann häufig silberhaltige Kupfererze führend, der keine Reste von Seethieren umschließt, wohl aber Reste von Land- und Süßwasser-Organismen. Der rothe Sandstein im Mansfeldischen scheidet häufig einen harten, wahrscheinlich dolomitischen Kalk in fast vollkommnen Kugeln aus, die oft bis einen Fuß im Durchmesser haben und in Hinsicht ihrer Form ganz mit dem früher erwähnten kugeligen Hornquarz übereinkommen; nächst dem führt er auch mehrere regelmäßige Kalkflötze, die einzeln 3 — 5′ Mächtigkeit haben; indem diese aber mit Straten von Sandstein und Thonstein wechsellagern, steigt die Mächtigkeit solcher kalkführenden Schichten öfter bis 50′. Der Kalk ist theils grau, theils röthlich, oft fein kristallinisch, und deßhalb vielleicht so arm an Petrefacten; denn in den dichten Straten bemerkt man häufig Spuren von Muscheln, die meist aber so schlecht erhalten sind, daß sie kaum eine genaue Bestimmung zulassen werden; am meisten Aehnlichkeit haben diese oft mit der Gattung Mya. Bei Hettstädt, Rothenburg ꝛc. sind diese Kalkflötze verbreitet.

In dem rothen Sandsteine, welcher die Schlesischen Gebirge, bei Waldenburg ꝛc. begleitet, sind die untergeordneten Kalkflötze noch häufiger als im Mansfeldischen. Nach den Untersuchungen von Carnal und Zobel (Karsten's Archiv IV. v. J. 1832. Pg. 17) erscheint bei Saugwitz, in den untern Sandsteinstraten und im **Liegenden** des dortigen Steinkohlengebildes, ein rauchgrauer, bituminöser Kalkstein mit Schwefelkies; unter ihm liegt ein dunkler, bituminöser Mergelschiefer mit Kupferkies und Bleiglanz, ganz dem Mansfeldischen ähnlich und dieser ruhet auf weißlich-grauem Sandstein. Die Mächtigkeit dieser Kalkbildung soll 3½ Lachter haben. In dem über den Kohlen liegenden Sandsteine zeigen sich häufig Flötze von Kalk, die 3 — 4′ zuweilen auch eben so viele Lachter mächtig sind, wie bei Conradswalde ꝛc.; bei Trautliebendorf

ist dieser Kalk wirklicher Dolomit, bei Ruppersdorf enthält er Fischabdrücke.

In dem Saarbrückschen rothen Sandsteine, der zuweilen mit großer Mächtigkeit zwischen den obersten Kohlenflötzen liegt, erscheinen auch Flötze von oft dolomitischem Kalkstein, so wie von den schon erwähnten Sphärosideritnieren mit Resten von Fischen und Farren.

Der rothe Sandstein des Thüringerwaldes umschließt außer dem Steinkohlengebilde auch Flötze eigner Art, welche Freisleben (Geognostiische Arbeiten IV. Pg. 151) mit dem Namen von Kohlenschiefer bezeichnet, die einerseits dem Steinkohlengebilde, andererseits dem Mansfeldischen bituminösen Mergelschiefer verwandt sind. Am bekanntesten ist diese Bildung von Goldlauter, wo lange Bergbau darauf geführt wurde. Mitten im rothen Sandsteine liegt hier ein kohliger bituminöser Mergelschiefer 1—2′ mächtig, wechsellagernd mit Schieferthon und kalkigen Flötzen, der Arsenickies, Fahlerz und Kupferkies führt; die hiesigen meist fein eingesprengten Kupfererze sind, wie im Mansfeldischen silberhaltig, und der hiesige Schiefer führt häufig und dieselben Fisch- und Pflanzenabdrücke, als im Mansfeldischen. Freisleben führt viele Punkte im Thüringerwalde an, wo dieses Flotz unter ähnlichen Verhältnissen sich zeigt; im Harzgrunde bei Suhl liegt es zwischen Porphyr, auf ähnliche Art wie die Steinkohlen im Saalkreise.

Das Vorkommen von kohligem mergligem Schiefer mit Kupfererzen und Fischabdrücken, mitten im rothen Sandstein, macht es schon wahrscheinlich, daß der ähnliche bituminöse Mergelschiefer im Mansfeldischen, der hier unmittelbar dem Sandstein aufliegt, auch zu dessen Formation gehören wird; dieser gehet zwar unmittelbar in die aufliegende Zechsteinformation über, da diese aber ein Meergebilde, der bituminöse Mergelschiefer ein Süßwassergebilde ist, so sind beide in geologischer Hinsicht wesentlich verschieden, und, da der Mergelschiefer auch in rothen Sandstein übergehet, so ist es natürlicher, ihn mit diesem zu verbinden.

Der rothe Sandstein gehet zunächst in das Weiß= oder Grauliegende über, dessen Mächtigkeit 10 — 50′ beträgt. Dieses zeichnet sich, nächst der Farbe durch einen bedeutenden Gehalt an Kalk aus, der sich zuweilen auch kugelförmig concretionirt; bald erscheint nur ein verhärteter Sandmergel, bald ein mürber, bald ein harter, conglomeratartiger Sandstein; die obere Lage enthält strichweise dieselben Erze, als der aufliegende Kupferschiefer und diese sind unter dem Namen der Sanderze bekannt; Kalk und bituminöser Mergelschiefer bilden zuweilen untergeordnete Straten. Die sichtbaren Erztheile bestehen meistens aus Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz und Bleiglanz; in manchen Gegenden aber, und zwar meist nach dem Ausgehenden des Flötzes zu, wo das Weißliegende fein=sandig ist, enthält es statt jener Erze nur Kupferlasur, Malachit und Kupferschwärze, die sich wahrscheinlich aus jenen geschwefelten Erzen gebildet haben, indem der Schwefel sich verflüchtigte.

Dem Weißliegenden folgt nun das eigentliche Kupferschiefergebilde, welches vorwaltend aus dunklem kohligem Mergelkalk bestehet, der meist ziemlich horizontal gelagert ist. Im Mansfeldischen liegt zu unterst der lockere, kupferreiche, eigentliche bituminöse Mergelschiefer, der als Kupfererz gewonnen wird; seine Mächtigkeit beträgt nur 10 — 20 Zoll, auch sein Erzgehalt ist wenig bedeutend, denn selten kommen Schiefer vor, die im Centner 5 — 6 Pfund Kupfer enthalten, und man hält sie schon für schmelzwürdig, wenn sie $2\frac{3}{4}$ ja wenn sie nur $1\frac{1}{2}$ Pfund Kupfer im Centner enthalten; der Silbergehalt beträgt im Centner Schiefer nur $\frac{36}{100}$ Loth. Weil aber diese Erze soweit verbreitet sind und sehr regelmäßig fortsetzen, so wird seit sehr alten Zeiten ein höchst blühender und ergiebiger Bergbau darauf geführt, der jährlich im Mansfeldischen über 10,600 Centner Kupfer, 1000 Centner Vitriol und 7,500 Mark Silber liefert.

Bedeckt wird der Kupferschiefer durch das 2 — 4 Ellen mächtige Dachflötz; zu unterst liegt ein, dem Kupferschiefer ähnliches, etwas festeres Gestein, das weniger Erze und Fischabdrücke führt, bei welchem der Mansfeldische Bergmann ein=

zelne Lagen unterscheidet, als Roberge, Schieferkopf, Kammschale und Lette; dann folgt 4—8′ stark ein noch festerer, grauer, wenig bituminöser Mergelschiefer, bei welchem der Bergmann Fäule, Dachkloß und Oberberge unterscheidet; Petrefacte finden sich hier nicht. Höher liegt der Zechstein, von welchem später die Rede seyn wird.

Die Metalle, welche der Kupferschiefer führt, sind vorzüglich Kupfer und Eisen; nächstdem Silber, Zink, Kobalt, Nickel, Blei, Wißmuth und Arsenick. Alle diese Metalle sind in dem Schiefer so fein zertheilt, daß man sie meistens gar nicht wahrnehmen kann; sie verrathen sich nur durch größere Schwere der Schiefer und durch einen gewissen Schimmer; hiernach allein beurtheilt das geübte Auge des Bergmanns: ob die Schiefer schmelzwürdig oder nicht schmelzwürdig, ob sie kupfer- oder eisenhaltig sind; der Bergmann rechnet zu den tauben Schiefern auch die, welche zwar Eisen und Zink, aber zu wenig Kupfer enthalten. Die erkennbaren Erze kommen immer nur in sehr kleinen Massen vor; sie bestehen in Kupferkies, Kupferglas, Buntkupfererz, höchst selten in gediegenem Kupfer und Silber. Ob wohl die Schiefer immer und oft viel Eisen enthalten, so erscheint dieses nur selten in erkennbaren Massen, als Schwefelkies und Eisenocher; noch seltener kann man Zinkblende erkennen, ohngeachtet des bedeutenden Zinkgehaltes der Schiefer; die erkennbaren Erze finden sich meist nur mit den Versteinerungen, so wie in den Klüften und Gängen, wo sie offenbar erst neuerer Bildung sind.

In dem rothen Sandsteine zeigen sich oft Klüfte und kleine Gänge, die mit Kalk- und Schwerspath, etwas Eisen- und Kupfererzen ausgefüllt sind; diese findet man auch im Porphyr, in welchem zuweilen, wie bei Ilfeld auch größere Gänge vorkommen, in denen schöne Manganerze einbrechen. Trümmer von Bleiglanz und Schwefelkies zeigen sich häufig in dem Steinkohlengebilde. In dem Kupferschiefergebirge erscheinen gangartige Vorkommnisse, besonders sogenannte Rücken und Klüfte häufig; der Schiefer ist gespalten, die eine Seite stehet höher, als die andere, jene ist daher herauf oder diese herunter

gezogen, die Kluft selbst ist gewöhnlich mit Kalk- und Schwerspath und mit Erzen erfüllt. Solche Flötzverschiebungen sind im Mansfeldischen zwar ungemein häufig, aber meist wenig bedeutend, betragen aber zuweilen doch 10 — 20 Lachter. Offenbar haben die Ganggesteine ihren Ursprung aus dem benachbarten Gesteine genommen.

Der Mansfeldische Kupferschiefer umschließt bekanntlich viele organische Reste, besonders Fische, welche allergrößtentheils der Gattung **Palaeothrissum** (mit welcher Cuvier die Gattung **Palaeoniscum** vereinigt) und **Stromateus** angehören; beide sind Knochenfische, jene Bauchflosser, diese Kahlbäuche; außerdem werden noch die Gattungen **Accipenser**, **Clupea** und **Esox** angeführt; alle Gattungen haben ihre Analoga meist in Süßwasserfischen. Mit diesen kommen zuweilen Knochen von einem Saurier vor, dem lebenden Crocodille des Nils verwandt, den Cuvier als **Monitor fossilis** aufstellt, aus dem Herrmann von Meyer die Gattung **Protorosaurus** gemacht hat. Mollusken sind noch gar nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen, Korallen fehlen gänzlich, die Pflanzen gehören nach den Bestimmungen von Brogniart zu **Fucoides digitatus, frumentarius, lycopodioides, pectinatus, selaginoides**, und **Lycopodites Hoeninghausii**; wenn es auch wirklich vorwaltend algenartige Pflanzen sind, die hier vorkommen, so ist es doch zweifelhaft, ob es auch Algen des des Meeres sind.

Längst dem Thüringerwalde, auf beiden Seiten desselben, kommt mit dem rothen Sandsteine auch Kupferschiefer vor, dessen Lagerungsverhältnisse aber meist sehr gestört sind, da seine Schichten mehr steil als horizontal liegen, weshalb der sonst betriebene Bergbau größtentheils hat aufgegeben werden müssen; dieser Kupferschiefer verhält sich wie der Mansfeldische, führt auch dieselben Fische bei Glücksbrum, Schmerbach, Ilmenau; aber über den Straten mit Fischen liegen hier zuweilen taube Schiefer mit Resten von Pflanzen und kleinen Gryphiten. An andern Punkten, wie bei Kamsdorf, finden sich zwar auch bituminöse Schiefer, aber unter besondern ab-

weichenden Verhältnissen; auch führen sie keine Fische, sondern Reste von Seethieren und wir schließen sie daher der später zu erwähnenden, aufliegenden Meerformation an. Am Thüringerwalde, bei Schweina, setzen Gänge aus dem Glimmerschiefer durch das Todtliegende in den Kupferschiefer und sind nur allein in diesem erzführend; hier bestehet auch die Gangart aus Kalkspath, ist aber übrigens Schwerspath.

In geringer Entfernung vom Thüringerwalde hebt sich in der Gegend von Riegelsdorf in Hessen, wo seit alten Zeiten Bergbau getrieben wird, der rothe Sandstein wenig aus der Ebene hervor und verhält sich hier ganz wie im Mansfeldischen; er verläuft sich nach oben in das Weißliegende, dieses in den Kupferschiefer, auf welchen Zechstein folgt; dadurch aber unterscheidet sich das hiesige Vorkommen von dem Mansfeldischen, daß hier Gänge im größern Maaßstabe auftreten als dort; die Gänge erscheinen nicht in einem zu großen, sondern in einem noch übersichtlichen Maaßstabe; ihre Verhältnisse hat Heuser (im mineralogischen Taschenbuche v. J. 1819) der Natur getreu entwickelt, und deshalb möchte diese Gegend für die Theorie über die Bildung der Gänge von nicht unbedeutendem Interesse seyn. Die hiesigen Gänge setzen oft nur einige Zoll, zuweilen auch bis 1000 Lachter fort, ihre Mächtigkeit wechselt von einigen Linien bis zu 3 Lachter, sie keilen sich meist unten und oben aus, haben daher ihre größte Mächtigkeit in der Mitte; die Gangmasse bestehet in Schwer- und Kalkspath, in Kobalt- und Nickelerzen; die Gänge liegen größtentheils im Kupferschiefer und setzen nach oben in den Zechstein, nach unten bis in den rothen Sandstein hinein, führen aber in diesem fast nie Erze, dagegen sind sie am erzreichsten innerhalb des Weißliegenden, im obern Zechsteine jedoch arm; häufig finden sich Brocken des Nebengesteines in den Gängen, die aber stets innerhalb der Grenzen des Nebengesteins sich halten. Die Verschiebung der Seitenwände des Ganges beträgt oft 5 zuweilen 20 Lachter; das Nebengestein, den Gängen zunächst, ist häufig mit Erzen imprägnirt, dagegen zeigt sich das Kupferschieferflötz in der Nähe der Gänge immer erzleer; ganze Felder des Kupferschiefers

sind da, wo mehrere beträchtliche Gänge aufsetzen, unschmelzwürdig. Alle Verhältnisse sprechen wohl dafür: daß hier im Gebirge Zerreißungen und Verschiebungen statt hatten, wodurch spaltenförmige Räume entstanden, die sich später ausfüllten; da die Gänge sich nach unten auskeilen, so ist an eine Sublimation von unten her nicht wohl zu denken; die ganze Gangausfüllung wird daher doch nur als ein Product des Nebengesteins zu betrachten seyn, welches aber merkwürdige Umbildungen erfahren hat; statt vorwaltenden Kupfers erscheint Kobalt, statt Kalk viel Baryt.

Der Riegelsdorfer Kupferschiefer führt außer Fischen auch zuweilen Knochen; Rieß lieferte (im Bergmännischen Journale Jahrgang III. Band 2. pag. 281), Beschreibung und Abbildung von dortigen Knochen, die mit dem Skelette einer Kinderhand Aehnlichkeit haben; Blumenbach (ct. loc. IV. Band 1. pag. 150) glaubt, daß sie von einem Säugethiere herstammen; wahrscheinlich gehören sie einem Saurier an.

In Oberhessen, längst dem nördlichen Fuße des Rheinischen Schiefergebirges an der Diemel, bei Thalitter, Godelsheim ꝛc. findet sich ein Vorkommen von Kupfererzen, deren geognostische Bestimmung noch zweifelhaft ist. Dem Thonschiefergebirge folgt, meist mit abweichender Lagerung ein mergliges Sandsteinflötz, welches theils mit dem Weißliegenden, theils auch mit buntem Sandsteine Aehnlichkeit hat; darauf liegt ein grauer Kalk, der theils mit sandigen, theils mit dunklen lockern Mergelflötzen wechselt; dann folgt bunter Sandstein weiter nördlich, bei Stadtberge, liegt über dem dichten noch ein poröser rauchwackenartiger Kalkstein, der zuweilen eine Mächtigkeit von 10 Lachter erhält. Der graue Kalk enthält viele Pflanzenreste, die innerhalb des dunklen, mulmigen, sogenannten Kupferschiefers in Kupfererz umgewandelt sind. Der gedachte Kalk, unter dem Namen Zechstein bekannt, ist 5 — 6 Lachter mächtig und führt 10 bis 30 solche schiefrige Flötze. Fische kommen hier gar nicht vor, und überhaupt hat man noch keine Reste von Thieren gefunden, dagegen eine unendliche Fülle von Pflanzen; diese bestehen in kleinen Aesten von

Dicotyledonenholz in beblätterten Zweigen und Zapfenfrüchten. Außer einigen, nicht näher zu bestimmenden Resten von Farren, gehören diese Pflanzentheile, nach der Untersuchung von Bronn (Zeitschrift für Mineralogie Juli 1828) zu der Familie der Coniferen und haben die größte Analogie mit unsern Cypressen; sie sind als Cupressus Ullmanni bestimmt. Bei der gänzlichen Abwesenheit von Meerthierresten haben wir es hier wohl mit einer Landformation zu thun, und können diese nicht wohl mit der eigentlichen Zechsteinformation gleichstellen, in sofern diese eine Meerbildung ist; der alte rothe Sandstein fehlt, wenigstens in der nähern Umgebung und die Meinung von Schulze (mineralogisches Taschenbuch v. J. 1820, Pg. 105): daß dieses Gebilde zu den untersten Gliedern des bunten Sandsteins gehören konnte, verdient wohl nähere Erwägung.

Am südlichen Abhange des Rheinischen Schiefergebirges, längst der Nidda und Nidder, bei Vilbel ohnweit Frankfurt, Windecken, Engelthal rc. folgt der Grauwacke zunächst ein rother Sandstein, der nach unten oft conglomeratartig ist, durch Stücke von Glimmer- und Thonschiefer, die er enthält, sich übrigens ziemlich feinkörnig zeigt und Stücke von versteinertem Holze führt. Dieser Sandstein kommt in Hinsicht der Lagerungsverhältnisse und Gesteine überein mit dem rothen Gebirge oder Oldred an der nördlichen Seite des Gebirges in den Ardennen, bei Aachen rc., andererseits aber auch mit unserem Todtliegenden und wird diesem auch allgemein beigezählt; in der Ebene, am Fuße des Gebirges, bei Haingründau ohnweit Budingen, wird dieser rothe Sandstein durch einen kalkigen weißen Sandstein, unserem Weißliegenden ähnlich, überlagert, welchen ein bituminöser Kupferschiefer bedeckt, auf dem früher Bergbau getrieben wurde. Höher liegt Zechstein von dem später die Rede seyn wird.

Weiter östlich am Fuße des Spessart folgt auf Glimmerschiefer, Sandstein, nach unten roth, nach oben grau und kalkig (Weißliegendes), darauf liegt gewöhnlich ein bituminöser Kupferschiefer, und diesem folgt ein bituminöser oder grauer 6 — 10 Lachter mächtiger Kalkstein, der bald in seinem Lie-

genden, bald in seinem Hangenden, reich an Eisenerzen ist, die besonders in Braun-Schwarzeisenstein und Eisenocher bestehen. Dieses Gebilde wird von Gängen durchsetzt, deren Mächtigkeit von 1½ — 3 Fuß wechselt, die sich oben im Kalke, unten im Glimmerschiefer auskeilen; hierbei sind die Flötze verworfen, so, daß das Hangende sich 3 — 10 Lachter gesenkt hat; ihre Ausfüllungsmasse bestehet aus Baryt und Spatheisenstein, worin viel Kobalt liegt, außerdem auch in Kupfernickel, Wißmuth, Fahlerz ꝛc. Am edelsten zeigen sie sich innerhalb des Glimmerschiefers, weniger im Grauliegenden und Kupferschiefer; führen aber in dem obern Kalksteine die wenigsten Erze.

Geographische Verbreitung der Psephitformation. In den nordischen Gebirgen fehlt diese, so viel wir zur Zeit wissen, gänzlich. In England liegt, wie erwähnt, der Oldred, zunächst der Grauwacke den Platz einnehmend, den bei uns das Todtliegende hat; er wird bedeckt von dem Bergkalke; darauf folgt ein mächtiges Steinkohlengebilde und hierauf thoniger Sandstein; in Yorkshire und Durham werden die Kohlen durch einen rothen Mergel überlagert, der mit sandigen Schiefern, harten Sandsteinen und Conglomeratschichten wechselt; diese nicht über einige hundert Fuß mächtige Bildung, die von kalkigen Straten überlagert wird, ist bekannt unter dem Namen von **Exeter conglomerate, Pontefrac-rock, newred sandstone belong de magnesia limestone**, und wird gewöhnlich als das Aequivalent unseres Todtliegenden betrachtet. In Schottland tritt, wie es scheint, als Fortsetzung des Oldred mit großer Mächtigkeit ein rother Sandstein auf, der ungemein viel Aehnlichkeit mit unserm Todtliegenden hat; er ist voller Porphyre und ähnlicher plutonischer Gesteine; er führt Steinkohlen, die häufig auch sehr gestörte Lagerungsverhältnisse haben, und untergeordnete Lager von bituminösem Kalkstein, mit Resten von Fischen und Landschildkröten, wie bei Caithneß.

In Deutschland finden wir die Formation zunächst am Harze; unbedeutend erscheint sie an dessen westlicher Seite,

desto bedeutender an der östlichen; sie bildet hier den Fuß des Gebirges; nur bei Ilfeld steigen porphyrartige Gesteinsmodificationen bis zu 1400′ hoch an; von hier setzt sie durch das Mansfeldische, den Saalkreis und das Herzogthum Sachsen, bis zu den Sächsischen Gebirgen, umgiebt diese, den Frankenwald und den Thüringerwald, dessen westlichen Theil sie zum Theil mit bildet; zwischen diesem und dem Harze hebt sich der Sandstein an einigen Punkten hervor, wie am Kiphhäuser und bei Bottendorf, wo er auch von Kupferschiefer begleitet wird, der dem Mansfeldischen sehr ähnlich ist und auf den früher auch Bergbau umging. Die Mächtigkeit der Formation ist sehr verschieden, soll zuweilen 3000′ betragen, wie im Mansfeldischen. Mitten im Sandsteine erscheinen häufig große domartige Auftreibungen von Porphyr, wie der Petersberg bei Löbejun (der über den Steinkohlen liegt) und die meisten Höhen, die sich von hier bis zu den Sächsischen Gebirgen hinziehen. Die untern, ältern Straten des Sandsteines umschließen strichweise das Steinkohlengebilde, welches häufig von Porphyren theils im Liegenden, theils im Hangenden begleitet wird; deßhalb finden wir die Kohlen auch meist unmittelbar am Fuße des Gebirges, wie bei Ilfeld und Opperode; Wettin und Löbejun liegen zwar vom Gebirge entfernt, aber es ist wahrscheinlich, daß sich hier, wie in der Umgebung von Leipzig und Magdeburg das Grauwackengebirge heraus hebt, denn bei Wettin zeigen die tiefsten Punkte, welche der Bergbau erreicht hat, einen Kohlensandstein, welcher der Grauwacke immer ähnlicher wird. Die Kohlenfelder von Tharand und Zwickau in Sachsen, so wie von Ilmenau am Thüringerwalde, liegen alle der Grauwacke sehr nahe; der Sandstein über und unter den Kohlen ist sich so gleich, daß man ihn ohnmöglich als 2 Formationen betrachten kann; auch scheinen uns die Porphyre über den Kohlen gar nicht auf durchgreifende Art verschieden zu seyn von denen unter den Kohlen. Die, dem Sandsteine untergeordneten Kalkstraten haben wohl keine bestimmten Lagerungsbeziehungen; aber das Weißliegende und der Kupferschiefer bilden gewöhnlich die obersten Schichten des Sandsteines, umgeben auch die

einzelnen Hervorragungen desselben, entfernt vom Gebirge, wie bei Bottendorf und Riegelsdorf.

Der Grauwacke in Böhmen und im Riesengebirge folgt auch unser rother Sandstein; er umgiebt den Fuß der Gebirge und setzt sich in der dazwischen liegenden Mulde fort; längst dem Riesengebirge gleicht er ganz dem Mansfeldischen Todtliegenden, führt in seiner untern Abtheilung Steinkohlenflötze und Porphyre, welche häufig die Lagerungsverhältnisse der Kohlen gestört haben, wie in dem wichtigen Waldenburger Kohlenfelde; in Böhmen, in den reichen Kohlenfeldern von Pilsen, Prag rc. finden sich kaum Porphyre, dagegen erscheint hier auch oft der Sandstein mehr grau als roth; in diesen Gegenden zeigen sich zwar untergeordnete Kalkstraten, aber das Weißliegende mit dem Kupferschiefer fehlt gänzlich. Ob überhaupt die Böhmischen Steinkohlen zum Todtliegenden und mit den Waldenburgern zu einer Formation gehören, verdient eine nähere Untersuchung.

In dem Oberschlesischen Hultschiner Kohlenfelde folgen die Kohlenstraten unmittelbar einer Gesteinart, die man allgemein für Grauwacke angesprochen hat, und werden durch einen hellgefärbten feinkörnigen Sandstein begleitet; ob dieses wie das benachbarte Polnische und Mährische Kohlenfeld wirklich unserer Formation beizuzählen ist, ist noch nicht vollständig ermittelt; da hier die grobkörnigen Psephitsandsteine nicht vorkommen, die Kohlen aber von Sandsteinen bedeckt werden, die dem bunten Sandstein ähnlich sind, hier auch die Porphyre fehlen, so ist es wahrscheinlich, daß die Kohlen in Polen und Oberschlesien wohl der Nebraformation angehören könnten. Am Fuße des Bayerschen Fichtelgebirges liegt bei Stockbach ein kleines Kohlenfeld; dem Abhange der Grauwacke folgt hier unmittelbar das Kohlengebilde und rother Sandstein scheint nicht vorhanden.

Wenden wir uns zum Rheinischen Schiefergebirge, so findet sich auf dessen westlicher Seite, der Grauwacke zunächst ein conglomeratartiger Sandstein ohne Steinkohlen; er ist am linken Rheinufer ziemlich verbreitet, verliert sich aber am

rechten Rheinufer in Westphalen; auf diesem liegt der Bergkalk, und auf diesem erst das wichtige dortige Steinkohlengebilde, das sich aus den Niederlanden nach Westphalen ziehet. Anders verhält sich die östliche Abdachung des Gebirges; auf der rechten Rheinseite liegt der Grauwacke zunächst wenig mächtig rother Sandstein ohne Kohlen und Porphyr, aber wo er in der angränzenden Ebene sich heraushebt, wird er von Kupferschiefer begleitet, der auch sehr isolirt am Fuße des Spessart vorkommt; an der linken Rheinseite folgt der Grauwacke des Hundsrück das Todtliegende mit Porphyr und Steinkohlen, welche das wichtige Saarbrücker Kohlenfeld bilden; das Kohlengebilde folgt zum Theil unmittelbar der Grauwacke, liegt aber auch zum Theil zwischen rothem Sandstein; untergeordnete, oft eisenreiche Kalklager finden sich hier, aber das Weißliegende mit dem Kupferschiefer scheint ganz zu fehlen.

Im Schwarzwalde liegt das sehr kleine, wenig aufgeschlossene Oppenauer Kohlenfeld; die Kohlenflötze, begleitet von einem meist granitischen Kohlensandstein, setzen senkrecht in den Granit hinein und füllen durchaus nicht eine Mulde aus; es ist daher zur Zeit nicht wohl möglich, das relative Alter dieser Kohlen zu bestimmen, doch gehören sie wohl nicht unserer Psephitformation an, von der man in dieser Gegend keine bestimmten Spuren findet.

In dem Alpinischen Gebirgszuge erscheinen rothe Sandsteine, deren Verhältnisse wir weiter unten, bei Beschreibung der Melsformation erörtern werden; ob im südlichen Frankreich das Todtliegende vorkommen wird, ist noch zweifelhaft; die Kohlenfelder bei Lion, in den Cevennen und in der Auvergne liegen meist sehr in der Nähe von granitischen Gesteinen; sie werden weder von Porphyren begleitet, noch von Sandsteinen, die unserm Todtliegenden gleichkommen. In Nordamerika scheinen die meisten Kohlenfelder, wie die Englischen über dem Bergkalke zu liegen.

Bildungsverhältnisse des Todtliegenden. Der gänzliche Mangel an Resten von Meeresorganismen und die große Fülle von Land- und Süßwasserorganismen setzen es

wohl außer Zweifel, daß unsere Psephitformation nicht unter dem Meeresspiegel gebildet wurde, sondern außerhalb desselben auf trocknem festem Lande; das Meer, welches die 2000′ hohen, mit Resten von Meerthieren erfüllten Killasgebirge abgesetzt hatte, mußte daher in der nördlichen Hemisphäre abgefallen seyn, so, daß zwischen den Gebirgen große Bassins als trocknes Land hervor traten; da in mehreren Gegenden das Todtliegende vielleicht selbst tiefer herabgehet, als unser jetziges Meeresniveau, so wird auf der damaligen nördlichen Hemisphäre das Meer sehr weit, vielleicht noch mehr zurückgedrängt gewesen seyn als jetzo. Schon in der damaligen Zeit waren unsere alten Killasgebirge vorhanden, das rheinische Schiefergebirge, der Harz, Thüringerwald, das Fichtelgebirge, die Sächsischen, Schlesischen Gebirge ꝛc.; aber sie erschienen höher, da die Kessel zwischen ihnen tiefer, noch nicht mit Flötzgebirgen ausgefüllt waren.

Das Todtliegende bestehet vorzugsweise aus Körnern und Brocken von Quarz, die wir auf gleiche Art in dem Meeressande, in dem Flußsande und innerhalb unserer Sandebenen finden. Daß das Meer bei seinem Rückzuge große Massen von Sand zurückließ, liegt in der Natur der Sache, und eben so, daß die Gewässer der damaligen Zeit aus den Gebirgen immer neuen Sand hinzuführten. Wo die alten Gebirge sich sanft abdachten, wie auf der Ostseite des Harzes und auf der Westseite des Thüringerwaldes, da legte der Sand sich auf, da finden wir auch große Massen von Todtliegendem, wo aber das Gebirge steil anstieg, wie auf der Westseite des Harzes, da konnte sich der Sand nicht auflegen.

Wir sehen, wie in unsern sandigen Gegenden sich häufig Moore bilden, die bald bloß schlammigen Moor, bald Torf, bald Limonit, bald kalkigen Wiesenmergel absetzen, wie diese oft durch Flugsand überdeckt werden, auf dem sich von neuem Torf ꝛc. erzeugt, wie auf diese Art Torf, Sand, Moor, Kalk mit einander, oft in vielfachen Schichten wechseln; das Steinkohlengebilde des Todtliegenden zeigt nun in jeder Hinsicht so große Analogien mit unsern Torflagern, daß es gewiß auf ähn-

liche Art entstanden seyn wird; es scheint uns eine unbegründete Hypothese, wenn man, nach dem Vorgange von Adolph Brongniart annimmt: daß es mitten im Meere auf flachen Inseln gebildet wäre, die etwa abwechselnd sich gehoben und gesenkt hätten, oder wenn man es aus Holzstücken entstehen läßt, die zufällig zusammengeschwemmt wären.

Wie jetzo ein lockerer Süßwasserkalk, der Wiesenmergel, sich über weite Strecken erzeugt, und immer wieder von Sand bedeckt wird, so bildeten sich auch in damaliger Zeit ähnliche Straten, die sich jetzo als die Kalklager des Todtliegenden darstellen; die Limonite der damaligen Zeit erscheinen als unsere Sphärosiderite.

Dem Todtliegenden folgt, wie sich bald zeigen wird, eine Meerformation; die Gewässer vermehrten sich daher zu Ende der Psephitperiode; es bildeten sich zuerst große Landseen, dann Binnenseen, endlich das hohe Meer. Wie das Land sich allmählig mit Wasser bedeckte, vermehrten sich die Fische, es fanden sich algenartige Gewächse ein, es wurden schlammige Massen vorgeschoben, und so scheint der bituminöse Mergelschiefer als Grenzbildung entstanden zu seyn.

Man muß nur nicht glauben: daß das Todtliegende sich auf einmal, in ganz kurzer Zeit entwickelt habe; nimmt man dagegen an: daß wahrscheinlich über 10,000 Jahre bei dessen Bildungszeit vergingen, so dürfte man der Wahrheit wohl näher treten.

Wie gegenwärtig unser Limonit sich durch eine **generatio aequivoca** bildet, so entstanden auch damals Eisen, silberhaltiges Kupfer, Kobalt, Wißmuth, Zink und andere Metalle, die sich als schleimige Masse in Verbindung mit Kalk niederschlugen.

Später erfolgten Umbildungen des Sandsteines in Porphyre und ähnliche Massen. Erlitt die Formation durch irgend einen Einfluß eine Erschütterung, so zerriß sie am leichtesten wohl in den lockersten Lagen, im bituminösen Mergelschiefer; es entstanden Spalten, die sich dann durch electrogal-

vanische Thätigkeiten ausfüllten, indem aus dem Nebensteine Theilchen hieher geführt wurden.

Daß in der Psephitperiode unsere Hemisphäre, wenn nicht ein tropisches, doch ein sehr warmes Klima hatte, ergiebt die damalige Flor, die sich in den fossilen Pflanzen erhalten hat.

---

§. 4.

Der Bergkalk. Mountain– Carboniferous– Encrinitical-limestone.

Das Wesentliche dieser Formation liegt darin, daß sie im westlichen Europa als das Resultat einer zweiten Meeresbedeckung erscheint; es herrscht ein Kalkstein, der einen eigenen Kreis von Petrefacten enthält, welcher unmittelbar den Oldred überlagert und von dem Gritkohlengbilde bedeckt wird. Wo dieser zweite Meerkalk unmittelbar dem ersten aufliegt, ist die Grenze sehr schwierig zu ziehen. Die Bezeichnung der Engländer ist von gewissen Eigenthümlichkeiten des Kalksteines entlehnt und nicht wohl anwendbar auf die ganze Gruppe verschiedenartiger Gesteine, die wir mit dem Namen der Durhamformation bezeichnen wollen, der von dem Orte Durham im östlichen Wales entnommen ist, wo dieses Stratensystem ausgezeichnet vorkommt.

Im südlichen England folgt dem Oldred ein mächtiges Kalkgebilde, welches sich in Felsen und Gebirgen aufthürmt, voller Höhlen und Erze ist; daher bezeichnet man es als Berg- oder Metallkalk, Mountain limestone, Metalliferous limestone; stellenweise führt es viele Petrefacte, bald Korallenmassen, bald ganze Schichten von Enkriniten, ist daher auch encrinitical limestone genannt. Im nördlichen England nimmt der Kalk einen andern Character an; er bildet nicht mehr hohe Felsmassen, sondern stratificirte Flötze, welche niedere Gegenden erfüllen, führt statt Korallen mehr Ammoniten, wechsellagert mit Straten von Sandstein, Schiefer und Steinkohle, und verschwindet immer mehr unter dem

aufliegenden eigentlichen Steinkohlengebirge, welches frei von Seethierresten ist.

Es werden daher in dieser Formation zwei Gruppen zu unterscheiden seyn, die des **Bergkalkes**, welche nicht in die aufliegenden jüngern Flötze sich verläuft, und die des **Kohlenkalkes**, wo dieser Uebergang statt hat; jene ist offenbar die ältere, diese die jüngere.

In dem Gebilde des Bergkalkes herrscht ein harter, marmorartiger, grauer, dunkler oder röthlicher Kalkstein, oft dolomitisch, in mächtige Bänke geschichtet, schroffe, klippige, pittoreske Felsmassen bildend, voller Höhlen, Spalten, Korallenriffe, häufig von Kalkspathadern durchzogen, zeigt öfter Ausscheidungen von Quarz und untergeordnete Lager von Thonschiefer, wird zuweilen dolomitisch, wie bei Bristol. Er ist reich an Metallen, besonders an Blei- Galmei- und Eisenerzen; sie sind theils in der Masse vertheilt, theils finden sie sich in Nestern und Höhlen, theils in Gängen; in Northumberland, Cumberland, Durham, Yorkshire, Derbyshire und Flintshire sind die Bleigänge so häufig und wichtig, daß das meiste Englische Blei daraus gewonnen wird.

Im nördlichen England steigt der Kalk in die Ebene herab und es entwickelt sich allmählig das Gebilde des **Kohlenkalkes**; der Kalkstein zeigt regelmäßige Schichtung, dünnere Flötze, denselben zoologischen Character als der Bergkalk, führt aber untergeordnete Flötze von Sandstein; diese vermehren sich, werden mächtiger, führen Schieferthon nebst **Kohlenflötzen** (Durhamkohle), die keine Reste von Landorganismen, wohl aber von Seeorganismen enthalten, und der Kalk bildet nur untergeordnete, wenn auch oft sehr mächtige Lager, welche der Bergmann durch eigene Namen bezeichnet; ein solches besonders mächtiges Lager bei Croß-Fell ist als **Scarlimestone** bekannt. In Durham, Yorkshire rc. wechseln nach oben die Kohlen mit Kalkstraten voll Pectiniten und andern Seethieren, und mit solchen, welche die Gattung Unio führen; endlich verschwinden die Lager mit Resten von Seethieren, und

es tritt das jüngere Kohlengebilde rein auf, welches blos Reste von Landorganismen führt.

Auf der Insel Arran folgt dem Thonschiefer, mit übergreifender Lagerung ein Conglomerat und rother Sandstein; dieser umschließt nach oben Kalklager mit Petrefacten des Kohlenkalksteins; dazwischen liegt Sandstein mit Kohlenflötzen, die sehr wenige Pflanzenabdrücke zeigen; die obern Sandsteine werden für newred sandstone gehalten. In Irland ist der Kohlenkalkstein sehr verbreitet, in den Ebenen, die vom alten rothen Sandsteine umgeben werden; ihm liegt meist das eigentliche Steinkohlengebilde auf.

In Belgien und im westlichen Deutschland sind die Verhältnisse denen sehr ähnlich, welche das gegenüber liegende England zeigt. Der Grauwacke des Rheinischen Schiefergebirges folgt, auf dem westlichen Abhange, wie erwähnt, am linken Rheinufer der Oldred, der am rechten fast ganz fehlt; über diesem und zugleich über der Grauwacke erhebt sich in mehreren Zügen der Bergkalk, marmorartig, Felsen bildend, unvollkommen geschichtet, oft dolomitisch, voller Höhlen, Korallenriffen und vielartigen Petrefacten, reich an Metallen, die theils den Kalkstein innig beigemengt sind, theils sich in einzelnen Klumpen und Höhlen darin finden; sehr wichtig ist der Bergbau, der hier auf Eisen, Blei und Zink betrieben wird. Der eine nördliche Kalkzug läuft über Aachen, Lüttich, Namur, Mons und Valenciennes bis Enghien; ein anderer, südlicherer über Limfort, Rechefort, Dinan, Cuvin, bis gegen Avesnes; östlich läuft ein Zug von ganz ähnlichem Kalkstein, über Bensberg und durch die Eifel, der von der Grauwacke nicht durch den Oldred getrennt wird, mit ihr aber auch nicht wechsellagert; so ist es auch mit dem Zuge desselben Kalksteines, der auf der rechten Rheinseite, das Schiefergebirge in der ganzen Linie von Näviges über Balve, Brilon bis Kloster Bredlar bedeckt, auch hier viele Erze, Höhlen und Korallenriffe umschließend.

Auf der linken Rheinseite lehnt sich an den Fuß des Bergkalkes das jüngere Steinkohlengebirge, ist aber von jenem scharf getrennt; denn zwischen beiden liegt meist nur ein alaunhalti-

ger Schiefer, der bei Lüttich, Huy ꝛc. sonst stark abgebauet wurde; auf der rechten Rheinseite aber gehet der Bergkalk mehr allmählig in das aufliegende Steinkohlengebilde über; der Kalkstein erscheint in schwächern Schichten (plattenförmiger Kalk), wechselt mit Thon= Alaun= Dachschiefer, Schieferthon, und mit Sandsteinen, die nach oben mächtiger werden (flotzleerer Sandstein).

An Petrefacten ist unsere Kalkformation sehr reich, und diese lehren auf das unzweideutigste, daß sie unter dem Meere entstand. Die Korallen bilden oft große mächtige Riffe, unsern Korallenriffen ganz ähnlich; häufig und in vielen Arten finden sich die Gattungen Aulopora, Calamorpha, Caryophillia, Cyclolites, Favosites, Gorgonia, Retepora und viele andere. Von Radiarien muß das damalige Meer gewimmelt haben, da die Familie der Crinoideen (sonst meist unter den Enkriniten begriffen) ungemein häufig und in vielen Gattungen auftritt, wie Actinocrinites, Cyathocrinites, Platicrinites, Poteocrinites; diese schönen, mit pflanzlichen Formen begabten Thiere müssen oft weite Gegenden dicht bedeckt haben, da ihre räderartigen Glieder zuweilen ganze Bänke bilden, was beweist, daß diese Kalkformation sich ungemein langsam entwickelte; auch Annulaten lebten damals, da die Gattung Serpula in mehreren Arten vorkommt; von Mollusken kennen wir einen großen Reichthum aus dieser Formation; statt unser Austern herrschte die große Familie der Terebrateln, die oft ganze mächtige Bänke bildet und in vielfachen Gattungen auftritt, als Productus, Leptaena, Spirifer, Orthis, Delthyris, Atrypa, Terebratula etc.; von den übrigen zweischaaligen Conchylien erscheinen unter andern die Gattungen Calceola, Pecten, Inoceramus, Avicula, Arca, Modiola, Cardium, Lucina, Cyprina, Sanguinolaria, Solen, Patella etc.; von Schnecken, die Gattungen: Ampullaria, Nerita, Delphinula, Euomphalus, Trochus, Turbo, Turritella, Phasianella; von den Ammoneen, die Gattungen: Orthocera (in sehr vielen Arten) Bellerophon, Cyrtocera, Spirula, Nautilus, Ammonites

(besonders die Goniatiten), von den Crustern die Gattungen: Calymene, Asaphus etc., von Fischen haben sich nur wenig deutliche Reste erhalten.

Die Mächtigkeit der Formation steigt bis 1000′; die Höhe bis 2000′; da sie sich einestheils an den Oldred anlegt, dann aber auch diesen und das Killasplateau in bedeutenden Zügen überlagert, in ihren jüngern Bildungen aber sich in flache Gegenden herabsenkt, so wird anzunehmen seyn: daß in der Bildungszeit der Durhamformation das Meer anstieg, so, daß die alten Killasgebirge Meeresgrund wurden, auf den sich Korallen anbauen konnten, daß aber dann das Meer allmählig wieder abfiel und viel festes Land entblößt wurde. Innerhalb dieser Periode erzeugte sich auf dieselbe Art als gegenwärtig Meerkalk, weil über den alten Gebirgen das Meer nicht tief war, baueten die Korallen hier besonders ihre Riffe; an andern Stellen, wo viel Schlamm sich mit absetzte, wurde der Kalk unrein, dunkel gefärbt, stinkend, lagerte sich in dünnern Schichten ab, und hier lebten gern die Orthoceratiten ꝛc. Sandablagerungen finden sich besonders gegen Ende der Bildungszeit, bei abfallendem Meere, wo auch submarinische Torflager sich entwickelten, die dann zu Steinkohle wurden. Da diese Kohle mit reinem Meerkalke wechsellagert, daher unter dem Meere gebildet wurde, auch kaum Reste von Landorganismen enthält, so ist sie geognostisch wesentlich von der jüngern aufliegenden Gritkohle verschieden, die auf dem festen Lande entstand. Mit den Kalkstraten zugleich, und auf gleiche Art wie diese, erzeugten sich eine Menge Metalle, besonders Eisen, Blei und Zink, zuerst gewiß als Hydrate, in schleimartiger Gestalt, der Kalkmasse innig beigemengt; indem nun später, vielleicht durch Hebungen des Grundgebirges, das Kalkgebirge zerrissen wurde, sich Höhlungen und Spalten bildeten, sammelten sich hier vorzugsweise die Erze an, und durch electrogalvanische Thätigkeiten entstanden mancherlei Umbildungen; einen solchen Ursprung etwa mögen die Bleigänge in Derbyshire haben, die wegen ihrer schönen Flußspäthe bekannt sind.

§. 5.

Der Zechstein.

Der wesentliche Character liegt darin: daß im östlichen Europa (wo der Bergkalk fehlt) ein Kalkgebilde mit Resten von Meerthieren auftritt, welches zunächst das Todtliegende bedeckt, aber von buntem Sandstein überlagert wird, daher als die zweite Meerformation erscheint.

Im Mansfeldischen und überhaupt am Fuße des Harzes wird der Kupferschiefer von dem schon erwähnten Dachflötze bedeckt, darauf folgt der eigentliche Zechstein des Mansfelder Bergmannes, ein grauer, fester, deutlich geschichteter Kalk mit seltenen Erzspuren und Petrefacten, gewöhnlich 3 Lachter mächtig, der den Uebergang aus dem Kupferschiefer vermittelt. Hierauf liegt dasjenige Stratensystem, welches vorzugsweise die Masse der Formation bildet, und aus einem oft porösen und erzreichen Kalk bestehet, der in bedeutenden Zügen auftritt, die mit dem Bergkalke viel Analogie haben. Es herrscht theils ein dunkler, bituminöser, deutlich geschichteter, meist stinkender Mergelkalk (Stinkstein), der zuweilen als lockerer, sandiger Mergel (Asche) erscheint, theils ein poröser, blasiger, grober, oft dolomitischer, dick oder undeutlich geschichteter Kalk, (Rauchwacke) nicht selten pittoreske Felsen bildend, stellenweise reich an Erzen, mit untergeordneten, zuweilen sehr mächtigen, Massen von Gyps und Anhydrit. Wenn die Rauchwacke weniger porös wird, nur mehr drusig erscheint, wodurch der Uebergang in Stinkstein vermittelt wird, so heißt sie Rauhstein; werden aber die Poren sehr großartig, zeigen sie sich als Höhlen und Spalten, so wird gewöhnlich das Gestein als Höhlenkalkstein bezeichnet; dieser liegt selten in den niedern Gegenden, wie im Mansfeldischen, wohl aber in den höhern, z. B. bei Steina, ohnweit Ilfeld; zu ihm dürfte auch der merkwürdige Iberg bei Grund am Harze gehören.

Im Allgemeinen lagert das Stinksteingebilde zu unterst, das Rauhkalkgebilde nach oben; beide umschließen Gyps, der nicht sowohl in weit fortsetzenden Flötzen vorkommt, sondern

in unförmlichen stockförmigen Massen. Meist herrscht ein dichter alabasterartiger Gyps, der porphyrartig kristallinischen Gyps eingemengt enthält; so verhält sich die sehr mächtige Gypsmasse im Mansfeldischen, die unter dem Namen von Schlottengyps bekannt ist, weil sie Züge von Höhlen (Kalkschlotten) umschließt, die sehr weit fortsetzen, deren Ende man aber noch nicht kennt und dieses Höhlensystem möchte das größte seyn, welches bisher bekannt geworden ist. Der Anhydrit findet sich theils mitten im Gyps, theils allein und bildet für sich, besonders in der Gegend von Ilfeld am Harze, große Züge steiler Gebirgsmassen; öfter kann man hier einen unmittelbaren Uebergang vom Kalk in Anhydrit und Gyps verfolgen; zuweilen enthalten solche Straten Petrefacte, die noch mit Säuren brausen, während die umgebende Masse schon Gyps ist, und bald verschwinden denn alle Kalktheile, und zugleich alle Spuren von Organismen. Bei Oberwiederstädt, im Mansfeldischen, bemerkt man: wie im Gegentheile der Gyps, mit Beibehaltung seiner characteristischen Form, sich in kohlensauren Kalk umgebildet hat, und dabei den Silberglanz der Schaumerde annimmt; diese Schaumerde und der Schaumspath, die immer die blättrige Structur des Gypses haben, kommen nesterweise ungemein häufig in der Rauchwacke vor und sind wohl immer durch Umbildung aus Gyps entstanden.

In den Umgebungen des Harzes ist die Zechsteinformation von Petrefacten fast ganz entblößt, deßhalb wohl vorzüglich, weil hier der Kalk größtentheils wesentliche Umänderungen erlitten hat, theils zu Rauhkalk, theils zu Gyps geworden ist; auch an Erzen ist hier die Formation sehr arm. Bei Grund erscheint am Fuße des Harzes eine merkwürdige Kalkmasse, reich an Petrefacten und Erzen, die wesentlich verschieden ist von den Kalksteinen, die übrigens auf dem Harze vorkommen. Dieser Kalk bildet mächtige über 100′ hohe Pyramiden, wie der Iberg, Winterberg, Violenberg, Stiegberg Schüsselberg, Mittelberg rc., ist dicht oder kristallinisch, ohne Schichtung, voller Spalten, die ein Gewebe von Höhlen bilden; diese sind zum Theil lachtermächtig mit Spatheisenstein

ausgefüllt, welcher nach oben zu Brauneisenstein wird, der sich mit Quarz, Schwerspath und Arragon verbindet; seltener finden sich silberhaltige Kupfer- und Bleierze; dieser Kalk umschließt, wie am Hübichenstein, ganze Korallenbänke, auch viele Conchylien, besonders aus der Familie der Terebrateln, die aber so fest mit dem Gesteine verwachsen sind, daß ihre nähere Bestimmung kaum möglich wird. An einigen Punkten liegt dem dichten Kalke ein grauer Mergelschiefer auf; übrigens wechselt diese Kalkmasse gar nicht mit der Grauwacke; sie stehet nach Schulz (Karsten's Archiv IV. pag. 305) neben der Grauwacke, und in geringer Entfernung davon findet sich die Zechsteinformation. So viel ist gewiß: daß diese Kalkmasse dem Systeme der Harzer Grauwacke fremdartig erscheint, aber große Analogie hat mit dem Bergkalke und mit dem Thüringschen, bald zu erwähnenden, Eisenkalksteine, und daß es von großem Interesse seyn würde, wenn man ihren Zusammenhang mit der benachbarten Zechsteinformation nachzuweisen vermöchte.

Von dem aufliegenden bunten Sandsteine ist die Zechsteinformation nicht scharf getrennt, sondern durch Uebergänge verbunden; da, wo der Stinkstein unmittelbar durch Sandstein bedeckt wird, finden sich meist dunkle, bituminöse, sandige Flötze ein.

Längst dem Sächsischen Gebirge kommt die Zechsteinformation weder sehr entwickelt, noch unter besondern Eigenthümlichkeiten vor; den Thüringerwald begleitet sie auf beiden Seiten, reich an Petrefacten und Erzen. Man unterscheidet hier, wie im Mansfeldischen, das Zechstein- und Rauhkalkgebilde; ersteres liegt gewöhnlich am Fuße des Gebirges, letzteres in höhern Gegenden. Der Zechstein folgt unmittelbar dem Todtliegenden und ist ein grauer, geschichteter Kalkstein, der stellenweise ganz erfüllt ist mit den Gattungen Productus und Spirifer, daher Voigt diesen Kalkstein früher Gryphitenkalk nannte. Der Rauhkalk ist porös, oft cavernös und dolomitisch, voller Spalten und Höhlen, führt oft ganze Korallenbänke, wie bei Glücksbrum, stellt dann Bergmassen dar, die ganz dem Bergkalke gleichen.

An Erzen ist dieses Gebilde hier sehr reich; es erscheinen Flötze von dunklem bituminösem Mergelschiefer, der silberhaltiges Kupfer, Kobalt, Blei, Zink ꝛc. führt, wie bei Kamsdorf, (wo jährlich 100 Mark Silber außer dem Kupfer und Eisen erbeutet wird), anderntheils Kalkflötze, ganz von Eisenstein durchdrungen (Eisenkalkstein), auf welchen, wie auf Spatheisenstein, an vielen Punkten Bergbau geführt wird, der jährlich über 100,000 Centner Roheisen liefert.

In der Gegend von Kamsdorf ist das Todtliegende sehr zurückgedrängt; der Grauwacke zunächst liegen Straten von schiefrigem sandigem Thon (das rothe und weiße Gebirge), dann folgt ein dichter Flötzkalk (Hornflötz), hierauf bituminöser Mergelschiefer, dann Eisenkalkstein, dann Mergelschiefer, dann Abwechselungen von Kalkstein und Mergelthon. Gewöhnlich parallelisirt man den hiesigen bituminösen, kupferhaltigen, Mergelschiefer mit dem Mansfeldischen, er hat aber andere Lagerungsverhältnisse, führt keine Reste von Fischen und Pflanzen, aber Korallen und Meermollusken, besonders häufig den **Productus aculeatus**, dessen Schalen und lange feine Stacheln sich noch trefflich erhalten haben; dieser Kalk wurde daher nicht von süßem Wasser, sondern unter dem Meere abgesetzt. Geognostisch ist hiernach der Kamsdorfer Schiefer wesentlich von dem Mansfeldischen verschieden, oryktognostische Aehnlichkeit kann hier nicht in Betracht kommen. Die dem Mergelschiefer eingemischten, meist unsichtbaren Erztheile, treten in den Klüften, Spalten und Gängen als verschiedenartige, schöne Kupfer- Kobalt- und Bleierze hervor.

Das in der Gegend von Kamsdorf häufig verbreitete Eisen ist mit der Kalkmasse innig verschmolzen und erscheint als ein **Eisenkalkstein** eigner Art, den der Bergmann **Glimmer** nennt; dieses amorphische Gestein bildet sich häufig in kristallinischen Spatheisenstein um, der theils in Flötzen, theils in großen Stöcken auftritt; dieser verwandelt sich häufig wieder in amorphischen, erdigen Brauneisenstein, wobei der Kalkgehalt verschwindet; die Gänge, welche dieses Stratensystem durchsetzen, bestehen innerhalb des Kalksteines (im Hornflötze)

aus Kalkspath, innerhalb des Eisenkalksteines aus Schwerspath, und so stehet immer die Gangmasse in Beziehung zum Nebengestein.

Wo der Zechstein dem Todtliegenden folgt, da ist er gewöhnlich geschichtet, dicht oder porös, wo er aber auf Glimmer- oder Thonschiefer, Granit oder Porphyr aufliegt, da fehlt die Schichtung und hier erscheint das Gestein meist als Höhlenkalk, in rauhen Felsen, der in seinem Aeußern wenig Aehnlichkeit mit dem eigentlichen Zechsteine des Mansfeldischen Bergmannes hat; er gleicht auch wegen seines Erzgehaltes dann mehr dem Englischen Bergkalke, und ist, wie dieser, oft dolomitisch. Verbreitet findet diese Abänderung sich besonders auf der südlichen Seite des Thüringerwaldes, wie bei Glücksbrunn und bei Bad Liebenstein (von wo die grotesken Felsenmassen des Altenstein sehr bekannt sind), von hier über Bayrode, Seligenthal bis Asbach fortsetzend. Auf der Grenze zwischen dem Kalksteine und dem unterliegenden Glimmerschiefer ꝛc. finden sich hier häufig Massen von Eisenstein, die vorzüglich und seit sehr alten Zeiten, ohnweit Asbach, am Stahlberge und der Mummel gefördert und in Schmalkalden zu Gute gemacht werden. Der ganze untere Theil der Kalkformation bestehet hier zum Theil in großer Mächtigkeit aus Spatheisenstein, Brauneisenstein und Schwerspath, die sich selbst in den unterliegenden Glimmerschiefer oder Granit hereinziehen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach war hier ursprünglich ein Eisenkalkstein (wie bei Kamsdorf) vorhanden, der sich in Spatheisenstein und dieser in Brauneisenstein umbildete, wobei auch der Schwerspath vielleicht durch Metamorphose aus Kalk entstand. Offenbar entwickelten sich diese Erze gleichzeitig und gleichartig mit dem Kalksteine, sind aber nicht ein späteres Product der Sublimation. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich, nur weniger großartig, bei Albrechts, Allstädt, Neuhoff, Königsee, Blankenburg ꝛc.

Wo sich bei Riegelsdorf das Todtliegende mit dem bituminösen Kupferschiefer heraushebt, wird dieser in bedeutender Mächtigkeit von Zechstein und Rauhkalk bedeckt. In der

Wetterau, zwischen dem Taunus und Spessart, zeigt sich an einzelnen Punkten das Todtliegende bedeckt mit Zechstein, der in der Gegend von Büdesheim dieselben Petrefacte führt, als am Fuße des Thüringerwaldes. Südlicher ist die Formation noch nicht nachgewiesen.

Was die Petrefacte betrifft, so fehlen Reste von Süßwasser- und Landorganismen gänzlich; von Korallen erscheinen bei Liebenstein in ganzen Bänken: Gorgonia anceps, antiqua, infundibiliformis, Calamopora spongites; andere Gattungen, die sich bei Kamsdorf finden, sind noch nicht näher bestimmt; von Radiarien finden sich bei Glücksbrunn rc. Reste von Encrinus ramosus; am häufigsten sind die zweischaaligen gryphitenartigen Muscheln, die oft ganze Bänke bilden; zu ihnen gehören: Delthyris (Spirifer) trigonalis; Terebratula crista, elongata, sufflata, intermedia, inflata, lacunosa, paradoxa, pelargonata, pygmaea, — Leptaena (Productus) aculeata, speluncaria, rugosa, longispina; nächst diesen auch Mytilus (wohl avicula) ceratophagus und striatus, Tellina dubia etc.

Diese Petrefacte setzen es außer Zweifel, daß die Formation unter dem Meeresspiegel gebildet wurde, auch ist die Analogie mit den Petrefacten des Bergkalkes unverkennbar. Weil der Kalk sowohl das Todtliegende, als theilweise das unterliegende Grauwackengebirge bedeckt, so folgt daraus: daß das Meer, welches zur Bildungszeit des Todtliegenden sehr abgefallen war, in der Bildungszeit der Zechsteinformation wieder sehr bedeutend sich erhoben haben wird. Die Erze sind den Kalkstraten so innig beigemengt, daß sie nur mit diesen gleichzeitig und gleichförmig entstanden seyn können; mit dem Kalkschleime schlug sich auch zugleich ein hydratischer Erzschleim nieder, der sich eben sowohl durch eine generatio aequivoca gebildet haben wird, als der Kalk selbst. Mit dem bituminösen Kalke erzeugte sich silberhaltiges Kupfererz, welches außer andern Metallen stets etwas Blei enthält; wo aber der Bleigehalt größer wird, ziehet sich das Kupfer mehr zurück. Das Eisen erzeugte sich wahrscheinlich als kohlensaures Eisen-

oxydul, wie wir es auch noch in dem sogenannten Glimmerflötze bei Kamsdorf finden; erst später entwickelte sich aus diesen durch Morphologie der Spatheisenstein, und aus diesem Brauneisenstein.

Daß überhaupt in der Zechsteinformation wesentliche Umbildungen und Gesteinsveränderungen statt hatten, dafür sprechen viele Thatsachen. Die poröse und cavernöse Form der Rauchwacke ist wohl nicht als eine ursprüngliche zu betrachten, sondern hat sich erst später gebildet. Aus dem dichten Gestein ziehen sich rundlige Körner und Knospen zusammen, so, daß das Gestein knospig oder oolitisch erscheint; aber anderntheils erscheinen statt dieser Concretionen auch leere Räume (blasige Rauchwacke); diese vermehren sich oft so, daß das Gestein zuweilen ein ganz schlackenartiges Ansehn erhält; an manchen Punkten bemerkt man mitten im dichten Gesteine kleine poröse Partien, diese erhalten an andern Stellen scharfe Umrisse; wenn nun das dazwischen liegende Gestein ganz mürbe wird, so erscheint ein Conglomerat von fast unverbundenen Bruchstücken; an manchen Orten verbinden sich die harten knospigen Stellen zu Schaalen, die ein geflossenes Ansehn haben und mit erdigen Schaalen abwechseln; ganze Partien sind nicht selten zu harten kristallinischen Dolomit geworden; dieser verliert zuweilen wieder seinen Zusammenhang, stellt ein ganz lockeres Aggregat dar und wird dann Sand genannt. Auf ähnliche Art verliert der Stinkstein den Zusammenhalt, bildet dann ein lockeres, staubartiges, zuweilen auch feinkristallinisches Aggregat, welches der Bergmann Asche nennt. Alle diese Modificationen wechseln derartig mit einander, auch mit dichtem Kalk- und Stinksteine ab, daß man das Agens, welches diese Veränderungen hervorbrachte, nur innerhalb der Formation selbst suchen kann; ganz hypothetisch und der Natur zuwider ist es, wenn man annimmt: daß von unten her aus unbekannter Tiefe Gasströme gekommen wären, welche diese Veränderungen hervorgebracht hätten. Eine große Analogie findet statt zwischen den erwähnten conglomeratartigen, oft schlackigen Kalksteinen und den früher erwähnten Porphyrcon-

glomeraten; hat man jene gesehen, so kann man die gleichsam chemische Bildung dieser leichter begreifen.

Der in dieser Formation so häufige Gyps verhält sich zu dem umgebenden Kalke auf ähnliche Art, wie der Porphyr zum rothen Sandsteine, zeigt auch oft eine porphyrartige Structur dadurch, daß spätiger Gyps sich in den dichten einmengt. Der Gyps und Anhydrit bilden nicht weit fortsetzende Flötze, sondern Nester, Knauren und Klötze, die oft einen außerordentlichen Umfang haben. Ohnweit Ilfeld kann man deutlich den Uebergang aus petrefactenreichem Zechstein in Anhydrit verfolgen; im Mansfeldischen giebt es meist gar keine scharfe Grenze zwischen Gyps, Stinkstein und Rauchwacke, die durch unendliche Mittelgesteine in einander über gehen. Häufig wird der Gyps von lockerm Thon umgeben, der fast ganz frei von Kalktheilen ist, oder von sehr poröser Rauchwacke.

Mit diesem Gypse zeigen sich auch immer Höhlen (Kalkschlotten) die im Mansfeldischen zusammenhängende Höhlensysteme bilden, welche man bereits bis gegen 400 Lachter weit verfolgt hat; ohnmöglich kann man annehmen: daß die Höhlen durch Zerreißung des Gebirges entstanden wären, aber eben so unwahrscheinlich ist es, daß sie von dem Wasser durch Auflösung und Auswaschung sich gebildet hätten; es bleibt fast nichts übrig als zu glauben: daß sich ein Stoff verflüchtiget haben möchte, da doch die Poren des Rauhkalkes auch kaum anders als durch eine Verflüchtigung entstehen konnten.

Sehr bemerkenswerth ist es, daß sich theilweise — wie schon erwähnt wurde — der Gyps, mit Beibehaltung seiner Form, in kohlensauren Kalk (Schaumerde, Schaumspath) umbildet; kann sich aber die Schwefelsäure in Kohlensäure verwandeln, dann auch ist der entgegengesetzte Prozeß möglich, dann kann sich auch kohlensaurer Kalk in schwefelsauren verwandeln, wobei sich wohl Stoffe verflüchtigen, dadurch sich Poren und Höhlen bilden können.

In vielen Stinkstein- und Rauchwackeschichten kommt der Gyps in so feinen und frischen Fasern vor, daß es scheint, als sey er jetzo eben erst gebildet; daß aber gegenwärtig noch

Gypshöhlen entstehen, lehren die Erdfälle, die häufig in den Gegenden vorkommen, wo der Gyps häufig ist; hier senkt sich die Dammerde in neuentstandene rundliche Höhlungen und bildet trichterförmige Vertiefungen; nirgends habe ich hier Spuren gefunden, daß durch mechanische Auswaschungen solche Höhlungen verursacht wären. Wenn der Feldspath des Porphyrs sich mit Hinterlassung von leeren Räumen verflüchtigen kann, so wird auch eine Verflüchtigung des Gypses wohl begreiflich.

Allen diesen Verhältnissen nach hege ich (seit langer Zeit schon) die Ansicht: daß der Gyps, wie der Anhydrit und Dolomit der Zechsteinformation durch Umbildung aus kohlensaurem Kalke entstanden sey, kann aber nicht der Ansicht des Herrn v. Buch (Mineralogisches Taschenbuch v. J. 1824 pag. 474) beipflichten, daß das umbildende Agens aus unbekannter Tiefe hervorgetreten und daß die Gypse durch das Agens gebildet und erhoben wären, welches die Granite und Porphyre des Harzes aufgetrieben. Daß mechanisch Schwefelsäure von unten aufgeströmt sey und so die Kohlensäure ausgetrieben hätte, ist eine rein hypothetische Annahme, gegen welche die Verhältnisse in der Natur sprechen; denn das Todtliegende, der Kupferschiefer, das Dachflötz, der untere Zechstein zeigen keine Spuren der Einwirkung von Schwefelsäure, keine Einlagerungen von Gyps, die am häufigsten in den obern Gliedern der Zechsteinformation auftreten; daher wird man in diesen selbst das Agens annehmen müssen, welches den kohlensauren in schwefelsauren Kalk verwandelte.

---

§. 6.

Der Millstone grit und die Coal measures oder das Gebilde der Gritkohlen.

In England und auf der westlichen Seite des Rheinischen Schiefergebirges folgt der Durhamformation zunächst und ist mit ihr durch Uebergänge verbunden ein Sandstein, reich an Steinkohlen und an organischen Resten, die dem fe=

sten Lande, nicht dem Meere angehören; um diese Kohlen von den erwähnten Killas=Durham= und Psephitkohlen zu unterscheiden, wollen wir das Stratensystem, zu dem sie gehören, als das Gritgebilde bezeichnen, dessen Character darin liegt: daß es unmittelbar den zweiten Meerkalk (den Bergkalk) bedeckt, aber von dem new red sandstone überlagert wird, und daß es die zweite Formation des festen Landes darstellt, wenn man den Oldred als die erste betrachtet.

Dieses Gebilde zerfällt in zwei Abtheilungen, von denen die untere unmittelbar den Uebergang in den Kohlenkalkstein vermittelt; wo dieser fehlt, ist zwischen diesem und dem obern Kohlengebilde eine scharfe Grenze zu bemerken.

a) Untere Gruppe. Millstone grit (Mühlensandstein). Flötzleerer Sandstein. Im nördlichen England folgt den obern Gliedern des Kohlenkalksteines und dem dortigen Scar limestone, ein bis 1000′ mächtiges Gebilde von Sandstein und Schiefer, mit vielen untergeordneten Flötzen, von meist dunkelm kohligem Kalke, und einigen Ablagerungen von Steinkohle; darauf folgt der Millstone grit, ein Sandstein, der mit Schieferthon wechselt, nur selten Steinkohlenflötze führt, und circa 500′ Mächtigkeit hat. Dieser Millstone grit bildet größtentheils in England das Liegende der Steinkohlen, und wird durch einen meist harten, öfter durch Quarzbrocken conglomeratartigen Sandstein gebildet, gewöhnlich grau von Farbe, oft auch durch rothes Cement verkittet; dann gleicht er ganz dem Old red und dem New red sandstone; er wechsellagert mit schiefrigen Schichten (slate beds oder lower shale) die bald dem Thonschiefer, bald dem Schieferthone gleichen; diese führen zuweilen Pflanzen-Abdrücke, übrigens fehlen organische Reste.

Dieselben Verhältnisse finden sich am westlichen Abhange des Rheinischen Schiefergebirges; in Westphalen folgt dem Bergkalke der deutlich geschichtete plattenförmige Kalk, wechsellagernd mit verschiedenartigen Schiefern; darauf liegt ein meist grauer, grobkörniger, deutlich geschichteter Sand-

stein, wechselnd mit Schieferthon, oft reich an Glimmer, ohne Steinkohlenflötze, daher unter dem Namen von **flötzleerem Sandstein** bekannt, auf welchem das eigentliche Kohlengebilde folgt; weiter südlich, an der linken Rheinseite, bei Aachen, in Belgien ꝛc. wird aber der flötzleere Sandstein sehr schwach, oft nur durch einen Alaunschiefer vertreten, und das Kohlengebilde erscheint scharf von dem unterliegenden Meerkalke getrennnt.

b) Obere Gruppe mit Steinkohlen, — Coal measures. Es herrscht ein meist grauer, wenig fester Sandstein (**Grit**- oder **Kohlensandstein**), wechselt vielfach mit Schieferthon, welcher Flötze von Steinkohle umschließt, die zuweilen bis 6 Lachter mächtig sind; meist liegen viele Flötze über einander, zuweilen finden sich 60 ja bis 120 Kohlenflötze. Untergeordnet erscheinen kalkige Flötze, reich an Eisen, meist als kalkiger Sphärosiderit (Clay-ironstone), der häufig auch in nebeneinander liegenden kugligen Nieren vorkommt; er enthält 30 Procent Eisen und ist wegen des Kalkgehaltes sehr leichtflüßig; diese Eisensteine sind so verbreitet, daß fast alles Englische Eisen aus diesen gewonnen wird. Mit dem Eisen kommt gewöhnlich auch etwas Blei- und Zinkerz vor.

Porphyre erscheinen nicht in Verbindung mit diesem Steinkohlengebilde, aber Gänge von basaltartigem Gestein durchsetzen in England als **Toadstone dykes** dasselbe, stammen aber wahrscheinlich aus unterliegenden Formationen. Die Flötze liegen hier auch viel regelmäßiger, zeigen viel weniger Verstürzungen, als die mit Porphyr vorkommenden Psephitkohlen. Gewöhnlich lagert das Kohlengebilde am Fuße der ältern Gebirge in niedern, flachen Gegenden, und findet sich selbst unter dem Niveau des jetzigen Meeres; es hat häufig eine muldenförmige Gestalt, so, daß die tiefsten Punkte in der Mitte liegen. Die große Regelmäßigkeit der Flötze wird nicht selten durch perpenticulare Spalten (faults) unterbrochen, bei denen die eine Spaltenwand höher als die andere liegt. Die Mächtigkeit dieses Kohlengebildes beträgt zuweilen bis 3000′.

Die Straten von Schieferthon und die Sandsteine, die von diesem cementirt werden, enthalten unendlich viele Reste von Vegetabilien, welche ganz denen gleichen, die mit den Psephitkohlen vorkommen; es sind Equisetaceen, wie die Gattungen Calamites, theils Filices, wie die Gattungen Sphaenopteris, Cyclopteris, Neuropteris, Pecopteris, Sigillaria, theils Marsiliaceen, wie Sphaenophyllum, theils Lycopodiaceen, wie die Gattungen Lycopodites, Lepidodendron, Stigmaria und andere; die fossilen Hölzer gehören zum Theil zu Coniferen, wie Pinites Brandlingi. Offenbar stammen diese Reste von Pflanzen, die in sumpfigen Gegenden heißer Climate lebten; Reste von Palmen, wie sie das Todtliegende führt, scheinen hier nicht vorzukommen. Die Blätter und Stämme liegen größtentheils den Schichten parallel, nur letztere durchschneiden sie öfter, stehen auch nicht selten aufrecht, mit der Wurzel nach unten. Die Blätter liegen ausgebreitet, auch ihre feinsten Theile haben sich abgedrückt; man kann daher gar nicht daran zweifeln: daß diese Pflanzen hier an dem Orte lebten, wo wir ihre Reste finden, und daß sie beim Abfallen von einem feinen Schlamme bedeckt wurden, der die zartesten Theile umgab und ihre Form erhielt; wären die Pflanzen von entfernten Gegenden zusammengetrieben, so könnten ihre Formen ohnmöglich in der Art erhalten seyn, als es der Fall ist; die vegetabilische Substanz selbst ist größtentheils verschwunden, es hat sich nur der Abdruck der Form erhalten; bei den Stämmen hat sich häufig der Kohlenstoff stellenweise concentrirt und bildet einen Anthrazit oder eine Steinkohle.

Die thierischen Reste beschränken sich auf die gewöhnlich eisenhaltigen Kalkflötze, welche meist undeutliche Muscheln führen; vorzüglich häufig erscheinen Unio subconstrictus, uniformis und acutus (aus welchem letztern Goldfuß die Gattung Lutricola gebildet hat), andere Gattungen sind noch sehr zweifelhaft. Die Gattung Unio lebt bekanntlich in den flachen Gewässern mooriger Gegenden, und ihre Reste bestätigen, daß die Flötze, in denen diese liegen, nicht Meer- sondern Süßwas-

serkalk sind, die auf festem Lande abgelagert wurden. Neuerlichst hat Audouin in den Kohlen von Colebrookedale in Shropshire Reste von Insecten aus der Ordnung der Neuropteren aufgefunden. Zuweilen finden sich innerhalb des Kohlengebildes von Lüttich, Werden rc. der Ammonites carbonarius und sphaericus, Conchylien, die sehr häufig in dem unterliegenden Kohlenkalksteine vorkommen; da aber übrigens unser Steinkohlengebilde gänzlich von Resten der Meeresorganismen entblößt ist, so wird es sehr wahrscheinlich, daß diese Petrefacte aus dem unterliegenden Kohlenkalksteine selbst herstammen.

Alle erwähnten Verhältnisse sprechen ohne Zweifel dafür, daß in der Bildungszeit der Gritformation die Gegenden, in denen sie sich ablagerte, festes, trocknes Land darstellten, welches sich durch zugeführten Grand allmählig erhöhete; zugleich schlug sich aus den Gewässern ein mooriger Schlamm nieder, der theils den Grand zu Kohlensandstein verkittete, theils sich in besondern Schichten absetzte, die, ausgetrocknet, jetzo als Schieferthon erscheinen. Strichweise erzeugte sich, auf analoge Art als jetzo Torfsubstanz, die mit der Zeit zu Steinkohle erhärtete, oder auf analoge Art als unser Limonit und Wiesenmergel, der mehr oder weniger Eisen haltende Kalk, der sich zu Sphärosiderit verhärtete; und mit diesen Kalkbildungen werden auch Animalien bedingt, deren Reste sich erhalten haben.

Da die Meerablagerungen aus der Bergkalkperiode bis zu 2000′ über das jetzige Meeresniveau aufsteigen und die Landgebilde aus der Gritperiode selbst bis unter das Niveau des jetzigen Meeres herabsteigen, so folgt daraus: daß im Verlaufe dieser Zeit das Meer sehr bedeutend in der nördlichen Hemisphäre abfiel, welches aber gewiß unendlich langsam geschah, vielleicht in einer Periode von mehr als 10,000 Jahren.

Wie das Meer abfiel, vermehrten sich längst den Küsten die schlammigen und sandigen Absätze; der Meerkalk bildete nicht mehr steile Felsen, sondern flache Lager, die durch Schlamm bituminös wurden, deren Bildung oft die Ablagerung von Sand und Schlamm unterbrach; wie das Meer ganz verschwand, blieb die Gegend mit Landseen und Mooren bedeckt,

in denen nicht wohl große Säugethiere leben konnten, wohl aber Sumpfgewächse wucherten; durch immer mehr zugeführten Grand, durch immer stärkeres Zurückweichen der Gewässer werden diese moorigen Gegenden endlich in sandige Ebenen verwandelt seyn.

Wenn auch später specielle Hebungen und Senkungen des Bodens statt hatten, so wird das Land im allgemeinen doch schon seine jetzige Configuration gehabt haben; die ältern Formationen bildeten schon damals Gebirge, zwischen denen aber viel tiefere Ebenen als ge enwärtig lagen, da die jüngern Flötze noch nicht vorhanden waren.

---

§. 7.

Exeter Conglomerate, Magnesia limestone und new red sandstone.

In England liegt den Steinkohlen zunächst häufig ein rother Sandstein, der strichweise durch Geschiebe aus den benachbarten ältern Formationen conglomeratartig wird. Diese, nicht mächtige G.steinsgruppe wird als **Exeter conglomerat, Pontefracrock,** oder **new red sandstone belong de Magnesia limestone** bezeichnet.

Darauf folgt das besonders in Nord-England verbreitete Stratensystem des **Magnesia limestone.** Nach den neuern Arbeiten von Sedgwick liegt auf dem erwähnten groben Sandsteine ein rother Mergel mit untergeordneten Schichten von mergligem Kalk, der Reste von Süßwasserfischen (die Gattung Palaeoniscum) und zuweilen von Pflanzen führt; darauf folgt, — meist mit abweichender übergreifender Lagerung, die Hauptablagerung von Kalkstein, — **Magnesia lime,** der strichweise dolomitisch, auch oolitisch ist, und viele harte Concretionen zeigt; darauf folgen dünne Straten von gypsigem Mergel, dann wieder gelbliche Kalkstraten mit Dolomiten, und hierauf der eigentliche New red sandstone. Die Mächtigkeit dieses Kalkgebildes steigt in Derbyshire bis 300′, die Höhe über dem Meere bis 900′,



Petrefacte zeigen sich nicht besonders häufig, deshalb wohl, weil die meisten Straten Veränderungen erlitten haben, kristallinisch oder porös geworden sind. Von Korallen finden sich: Retepora flustracea und virgulacea; von Radiarien, aus der Familie der Enkriniten, der Cyathocrinites planus, von Conchylien **Avicula** gryphoides (bei Humbloton außerordentlich häufig), **Modiola** acuminata, **Mytilus** squamosus, **Cucullaea** sulcata, **Arca** tumida, **Axinus** obscurus, **Delthyris** (Spirifer) undulatus, multiplicatus, minutus; — **Leptaena** (Producta) aculeata, spinosa, calva, auch noch nicht bestimmte Arten von Pecten, Plagiostoma etc.

Die Petrefacte zeigen: daß der Magnesia lime offenbar unter dem Meeresspiegel sich bildete, und haben Analogien mit den Petrefacten des deutschen Zechsteines, noch mehr vielleicht mit denen des Muschelkalkes; im letztern kommen am häufigsten die Muscheln vor, die von Schlotheim als **Mytulites** socialis, costatus etc. bestimmte, die aber, wie schon Prof. Bronn zeigte, zu Avicula gehören, eine Gattung, welche noch nicht im Zechsteine aufgefunden wurde; dasselbe ist auch der Fall mit den Gattungen Plagiostoma, Pecten, Arca und Mytilus, die häufig im Muschelkalke vorkommen; die Gattung Delthyris findet sich im Zechsteine und im deutschen Muschelkalke. Unmittelbar unter dem Muschelkalke in Würtemberg liegen bituminöse Mergelschiefer mit Resten von Fischen, die sehr an die ähnlichen Straten in England erinnern; auch kommen bekanntlich im deutschen Muschelkalke viele dolomitische Straten vor.

Dem Magnesia lime folgt, durch Uebergänge verbunden, der **red marl** oder **new red sandstone**, der, Vertiefungen ausfüllend, große Plateau's bildet, wie in Nordhumberland, Durham, York, Derby, Cheshire rc., bald herrscht Mergel, bald Sandstein vor, bald wechseln beide in Straten mit einander. Der Sandstein ist bald röthlich, bald grau, und gleicht oft dem Kohlensandsteine, oder auch dem Oldred; der Mergel ist unserm Keuper oft ähnlich. Untergeordnet

erscheinen Massen von Gyps und Steinsalz; die Mächtigkeit der Formation ist sehr verschieden, beträgt oft 600′ und mehr.

Organische Reste sind zur Zeit in dieser Formation noch nicht gefunden; aber neuerlich haben mehrere ausgezeichnete Naturforscher, mitten im **red marl**, auf den Gesteins-Ablösungen, unzweideutige Spuren der Fußtapfen von Quadrupeden nachgewiesen (s. Edinb. philos. Journal No. 15 und 16. v. J. 1828), aus denen zu schließen ist, daß große Heerden derselben lange Zeit denselben Weg machten. Dieß bestätiget die Annahme, wofür übrigens das ganze Wesen der Gesteine spricht, daß die Formation nicht unter dem Meere, sondern auf dem festen Lande sich entwickelte, indem aus den höhern Gegenden Grand zugeführt wurde und zugleich sich aus den Gewässern Schlamm erzeugte, der dem Sande als Cement diente.

Schottland ist mit rothen Sandsteinen erfüllt, da aber der **magnesia lime** hier nicht vorzukommen scheint, so hat man noch nicht mit Sicherheit den Old **red** und New **red** zu trennen vermocht; längst dem westlichen Fuße des Rheinischen Schiefergebirges fehlt der New red und die Gritkohlen werden von jüngern, zur Kreideformation gehörigen Flötzstraten überlagert.

---

§. 8.

Der bunte Sandstein in Deutschland.

Das Stratensystem, von dem wir jetzo reden wollen, bestehet gar nicht allein aus Sandstein, am wenigsten aus buntgefärbtem, und kann nicht wohl mit einem Namen belegt werden, der nur auf einzelne Schichten paßt; wir wollen es als **Nebraformation** bezeichnen, dadurch an ein Städtchen in Thüringen erinnernd, wo dieser Sandstein ausgezeichnet vorkommt.

Der wesentliche Character dieser Formation liegt in dem Auftreten eines mächtigen Sandsteingebildes, welches den Zechstein bedeckt, aber von Muschelkalk überlagert wird; wo diese bestimmenden Meerformationen, oder eine derselben fehlt, da

bleibt es auch zweifelhaft, ob wirklich der bunte Sandstein vorhanden ist. Vorwaltend erscheint Sandstein, meist röthlich gefärbt, mit thonigem Cement, welches aber häufig in einzelnen Straten und Massen austritt.

Es wird thunlich seyn, in dieser Formation vier Gruppen zu unterscheiden, die aber nichts weniger als scharf von einander getrennt sind.

a) Untere Uebergangsgruppe. Im Mansfeldischen wird die Zechsteinformation zu oberst thoniger, dann erscheint ein gewöhnlich mehrere Lachter mächtiges Lettenflötz, meist von bläuliger Farbe, welches nach oben sandiger wird und dann in Sandstein übergehet, untergeordnet führt es kalkige Straten und Partien, die das Ansehn haben, als wären sie aus aufgelösten Stücken von Granit, Schiefer rc. entstanden. In der Wetterau findet sich eine ähnliche, mächtige, meist rothe Thonschicht, die der Bergmann in Bibra Leberstein nennt. Hieher gehört auch wahrscheinlich der oben erwähnte, sogenannte Kupferschiefer bei Thalitter, Godelsheim rc., am nördlichen Fuße des Rheinischen Schiefergebirges, wo sandige, kalkige und mergliche Flötze mit einander wechsellagern und letztere ungemein viele Reste von Pflanzen umschließen. So viel ist gewiß, daß diese Straten sich unmittelbar an die untersten Glieder des wahren bunten Sandsteins anschließen, auch haben schon Schulz und Freisleben sie zu diesem gerechnet. Daß die Steinkohlen im Schwarzwalde, bei Oppenau rc. selbst die von Oberschlesien und Polen hieher gehören könnten, wäre sehr möglich.

b) Hauptgruppe, der rothe und bunte Sandstein, der Vogesen- und Schwarzwäldersandstein. Vorwaltend und mächtig erscheint hier ein im allgemeinen kleinkörniger, deutlich geschichteter Sandstein, mit einem Cemente von braunrothem Mergelthone, welches dem Gesteine die Färbung giebt; indem dieser aber strich- und partienweise hellgrau wird, erhält das Gestein dadurch ein

buntes oder geadertes Ansehn; häufig sondert sich das Cement in rundlichen Massen (Thongallen), oder in einzelnen Straten aus, die oft Nester und Klötze von Gyps führen. Untergeordnet erscheinen conglomeratartige, auch harte, quarzige Straten.

c) Die Gruppe von rothem Mergel oder Kummer. Nach oben wird häufig der rothe Mergelthon (Schieferletten), der das Cement bildet, vorwaltend, zuweilen bis 200′ mächtig und ist in der Gegend von Pyrmont unter dem Localnamen Kummer bekannt, mit dem man ganz zweckmäßig diese Mergelgruppe bezeichnen konnte. Dieser Kummer wechselt mit feinem Sandsteinschiefer (der unter dem Namen von Waldplatten am Sollingerwalde bekannt ist und hier selbst zum Dachdecken angewendet wird); ferner mit einem sehr zähen Kieselkalk (Hornmergel), der häufig in Roggenstein übergehet; Gyps, in kristallinischer und dichter Form ist ungemein häufig; theils erscheint er in den Flötzen in Schaalen und Streifen, meist aber in Klötzen; er ist unter dem Namen: Obererer Gyps bekannt und dürfte zweckmäßiger als Kummergyps bezeichnet werden.

d) Gruppe des grauen Nebrasandsteines. Meist da, wo die Kummerbildung fehlt, erhält der Sandstein in seiner obern Abtheilung ein Cement von grauem Thone; die rothe Färbung verliert sich dadurch, es erscheinen vorwaltend graue und weiße Sandsteine, die oft glimmerreich sind und mit thonigen Straten abwechseln. Dieser Thon zeigt sich oft plastisch und fein; bei Halle benutzt man ihn zu Töpfergeschirr, bei Brachstedt, ohnweit Halle, gewinnt man ihn für die Porzellanfabrik zu Berlin, wo er als Capselthon dient; am Thüringerwalde, besonders bei Steinhaide, wird der Sandstein zermalen und der Thon ausgeschlemmt, wo er das Material für mehrere Porzellanfabriken abgiebt. Dieser graue Sandstein zeigt sich sehr verbreitet zwischen dem Thüringerwalde und dem Petersberge, fehlt aber meist in Hessen. Sehr

ausgezeichnet scheint er in den Vogesen vorzukommen; zu ihm wird das Stratensystem gehören, welches Elie de Beaumont eigentlichen bunten Sandstein nennt und von dem unterliegenden, rothen Vogesensandstein trennt.

So wohl der graue als rothe Sandstein sind mit dem aufliegenden Muschelkalke gewöhnlich durch Uebergänge mehr verbunden, als scharf von ihm getrennt.

Organische Reste hat man in dem eigentlichen Sandsteingebilde noch nicht mit Sicherheit aufgefunden. Gehört der Mergelschiefer von Thalitter und der benachbarten Gegend in Hessen zu den untern Gliedern der Nebraformation, so zeigen sich hier viele Reste von Pflanzen, die unsern Cypressen verwandt waren. Gehört das Steinkohlengebilde von Oppenau, Zunsweier ꝛc. im Schwarzwalde zu unserer Formation, so finden sich hier Pflanzen, denen der ältern Steinkohlen ähnlich, als Calamites Voltzii, Sphaenopteris dissecta, Cyclopteris flabellata etc.; sind die Kohlen in Oberschlesien und Polen nicht dem Todtliegenden untergeordnet, sondern jünger, und könnte man sie mit dem bunten Sandsteine verbinden, so treffen wir hier die ganze Flora des ältern Kohlengebildes.

Nur in den obersten Grenzbildungen mit dem Muschelkalke zeigen sich an mehreren Punkten organische Reste, die in Hinsicht der Thiere wenigstens, mit denen des Muschelkalkes Aehnlichkeit haben; so beschreibt Zenker (Beiträge zur Naturgeschichte der Urwelt v. J. 1833) aus der Gegend von Jena einen Mytilus und Donax, auch Knochen von Eidechsen und Plesiosauren; in den Vogesen finden sich strichweise die organischen Reste unter den erwähnten Verhältnissen viel häufiger, besonders bei Sulzbad und Wasselonez; wir kennen von hier aus dem Pflanzenreiche: Equisetum columnare, Calamites arenaceus und remotus, Anomopteris Mougeotii, Neuropteris Voltzii, Sphaenopteris myriophillum und palmetta, Filicites scolopendroides, Voltzia brevifolia, elegans, rigida, acutifolia, heterophylla, Convallarites erecta und nutuans, Paleoxyris regularis, Echinostachys ob-

longus, **Aethophillum** stipulare; — aus dem Thierreiche: die Gattungen Plagiostoma, Avicula, Mytilus, Trigonia, Natica, Turritella, Buccinum, die zum Theil mit denselben Arten im Muschelkalke vorkommen. Die erwähnten Pflanzen haben große Analogie mit denen der ältern Steinkohlen und sind offenbar auf festem Lande, nicht unter dem Spiegel des Meeres gewachsen.

Da die Nebraformation in ihren ältesten und jüngsten Straten Pflanzen des festen Landes enthält, gar nicht den Character einer Meerbildung trägt, aber vollkommene Analogie mit der Psephitformation hat, die sich offenbar auf festem Lande entwickelte, so werden wir gezwungen, anzunehmen: daß die Nebraformation außerhalb des Meeres entstand; da sie aber eine Meerformation bedeckt und von einer jüngern Meerformation bedeckt wird, so folgt: daß das Meer sich in der Bildungszeit der Nebraformation aus unserer Hemisphäre zurückgezogen hatte und zu Ende derselben wieder anstieg, um den Muschelkalk zu bilden.

Innerhalb der Nebraperiode war das Innere von Deutschland festes Land, das sich durch Sand und Schlamm allmählig erhöhete; wahrscheinlich fehlte es gar nicht an Animalien und Vegetabilien, wo sich aber keine Torfmoore, oder Süßwasserablagerungen erzeugten, erhielten sich keine oder höchst selten organische Reste.

Die Nebraformation, weil sie im Ganzen mechanischen Ursprunges ist, erfüllt die flachen Vertiefungen zwischen den Gebirgen, bildet große, oft von tief eingeschnittenen Thälern durchschnittene Plateau's, deren allgemeines Niveau etwa 800 — 1000′ erreicht; als höchster Punkt in Norddeutschland erscheint der Mosberg im Sollingerwalde von 1300′ Höhe; die Basalte, wo sie häufig die Formation durchziehen, scheinen sie auch erhoben zu haben; in den Vogesen und Schwarzwalde erreicht die Formation bis 3000′ Höhe, welche mit der bald zu erwähnenden Erhebung der Granite in Verbindung stehen wird; die **Mächtigkeit** steigt z. B. in Hessen bis über 1000 Fuß.

Erzreichthum. Im Mansfeldischen kennt man bei Sangerhausen ein Eisensteinflötz im Sandstein, welches früher eine Zeit lang abgebauet wurde; die Hütten von Uslar und Dassel im Hannöverschen produciren etwa 6000 Centner Eisen aus Erzen unserer Sandsteinformation; bei Trier wird bedeutender Bergbau im bunten Sandsteine geführt, der jährlich über 30,000 Centner Eisen liefert; in Rheinbaiern, bei Speier produciren die Hochöfen von Cheneau und Winnweiler über 33,000 Centner Eisen; eine noch größere Quantität Eisen wird im Regierungsbezirke Aachen, bei Call, Steinfelder, Gemünd ꝛc. aus buntem Sandsteine gewonnen. Bei Saarlouis in den Vogesen und bei Rohden im Waldeckschen sind Mergelschichten ganz mit Kupfergrün und Kupferlasur imprägnirt, auf welche früher auch Bergbau getrieben wurde; auf ähnliche Art, nur in Verbindung mit vielen Pflanzenresten kommen die erwähnten Kupfererze von Thalitter vor, aus denen im Waldeckschen jetzo über 500 Centner Kupfer gewonnen werden. Bei Call enthält der rothe Schieferletten Nester von Bleierde; am Bleiberge bei Düren, sowie zu St. Avold zwischen Saarbrücken und Metz wird der obere graue Kalkstein etwas kalkig und ganz von Bleierzen durchzogen, die meist als kleine Knoten von Bleiglanz erscheinen; schon seit alten Zeiten wird auf diese Erze (Knotenerze) ein wichtiger Bergbau geführt, welcher am Bleiberge jährlich über 30,000 Centner Erz liefert. Zwischen Beureuth und Bamberg ist strichweise ein grauer, wahrscheinlich zu unserer Formation gehöriger Sandstein reich an Blei, welches oft in schönen Bleispäthen erscheint und früher durch Bergbau gewonnen wurde.

Die Eisen- Kupfer- und Bleierze dieser Formation sind den Flötzen überall so innig beigemengt, daß sie mit diesen gleichzeitig und gleichmäßig entstanden seyn müssen, und an eine Sublimation von unten ist hier wohl gar nicht zu denken. Alle Verhältnisse sprechen dafür: daß diese Erze in den damaligen Mooren, auf ähnliche Art, wie unsere Limonite entstanden sind.

Gänge fehlen in unserm Sandsteine; sie zeigen sich nur

im Schwarzwalde, wo sie mit dem Granitgebilde in Beziehung stehen werden. Auf den Klüften im bunten Sandsteine findet sich nicht selten Kalk- und Schwerspath (wie bei Maria Spring ohnweit Göttingen, bei Pyrmont ꝛc.); in diesen Gängen von sehr kleinem Maaßstabe bildete sich der Baryt wahrscheinlich durch Umbildung aus Kalk, gewiß aber nicht durch Sublimation.

Die dem rothen Mergel untergeordneten, mehr oder weniger quarzigen Kalkstraten (Hornmergel) scheinen nicht unmittelbar als Kalkniederschläge gebildet, sondern erst später durch Concentration der Kalkmasse entstanden zu seyn; deßhalb wohl enthalten sie nie die geringste Spur von organischen Resten. Der rundkörnige Hornmergel (Roggenstein) unterscheidet sich von den Ooliten der Juraformation durch größere Körner, eine rauhe Oberfläche und ein meist strahliges Gefüge; er scheint durch Contraction auf ähnliche Art gebildet, wie die großen Hornmergelkugel im Todtliegenden.

Fast überall wird der rothe Mergel von dichtem, späthigem und fasrigem Gyps begleitet, der zwischen den Schichten häufig Schaalen und Nester bildet; indem sich diese vergrößern, erscheinen oft mächtige, klotzförmige Massen, durchzogen von unregelmäßigen Klüften, die gewöhnlich von rothem Mergel ausgefüllt sind, der den Gypsen zunächst gewöhnlich ganz von Kalk frei ist. Wo die Formation gar keine Kalklager umschließt, fehlen auch die Gypsstöcke; mitten in demselben finden sich öfter Partien von kohlensaurem Kalke, wie schon Freisleben (geognostische Arbeiten I. pag. 166) bemerkt, auch Massen von Sandstein, der sich in den Gyps verflößt (cit. loc. 153). Alle diese Verhältnisse machen es sehr wahrscheinlich: daß diese Gypse jüngerer, secundairer Entstehung sind, daß der schwefelsaure Kalk sich durch Umbildung aus kohlensaurem entwickelte, ja, daß die Gypsbildung jetzo immer noch fortgehet. Nur wer mit den geognostischen Verhältnissen ganz unbekannt ist, konnte vermuthen: daß mechanisch Schwefelsäure von unten hinzugetreten wäre; wer aber die Gypsbildung bis in ihre feinern Partien verfolgt, erhält wohl die Ueberzeugung, daß der

Bildungsprozeß der Schwefelsäure innerhalb der Formation selbst bedingt seyn müsse.

Der Gyps erleidet häufig eine entbildende Metamorphose; er verliert seinen Zusammenhang und erscheint als Gypserde; diese umgiebt oft, mehrere Fuß mächtig, die Gypsflötze, oft kommt sie auch in großen Nestern mitten in ganz dichtem Gypse vor (Freisleben cit. loc. pag. 163), kann daher nicht immer durch den Einfluß der Atmosphäre entstanden seyn. Bei Regenwetter quillt diese zuweilen aus Spalten hervor und wird dann Himmelsmehl genannt. Daß manche Hohlungen und Spaltungen im Gypsgebirge durch solchen erdig gewordenen und ausgewaschenen Gyps entstanden seyn mögen, ist sehr wahrscheinlich.

Umbildungen des bunten Sandsteins in granit- und porphyrartige Gesteine finden sich nicht im nördlichen Deutschland, wohl aber und in großer Ausdehnung in dem Schwarzwäldersandsteine. Der Sandstein des Schwarzwaldes hat rothe und graue Schichten, die mit einander wechseln; sie erhalten oft ein geflecktes Ansehn dadurch, daß in den grauen Schichten das Eisen zu rothen Flecken sich zusammenziehet und in den rothen Schichten sich aus den grauen Flecken das Eisen herausgezogen hat. Indem die Quarzkörner und das Cement gleichsam mit einander sich verschmelzen, entstehet ein Thonstein, demjenigen ganz ähnlich, der häufig in dem Todtliegenden vorkommt, auch die Grundmasse der Porphyre ausmacht. Der Uebergang aus dem Sandsteine in den Thonstein ist so klar und deutlich, wie er nur seyn kann; es läßt sich oft sehr wohl unterscheiden, ob der Thonstein aus rothem oder grauem Sandsteine entstanden ist; er hat oft noch das fleckige Ansehn des Sandsteines; der graue Thonstein zeigt rothe, der rothe aber graue Flecke. Der Thonstein verhält sich theils wie Feldstein, theils wie Hornstein, der oft bunt gefärbt in großen Massen erscheint. Aus der lockern Hauptmasse ziehet sich das festere Gestein häufig in einzelnen Flecken zusammen, die bald rundlich, bald eckig sind; diese verlaufen sich theils allmählig in die Grundmasse, theils aber sind sie auch scharf von der-

selben abgeschnitten und gewöhnlich anders gefärbt; so bekommt das Gestein ein vollkommen conglomeratartiges Ansehn und es scheint als wenn Stücke von verschiedenartigem Thonsteine mechanisch in sandige Straten eingeführt wären; doch ist ganz offenbar die ganze Masse nur das Product einer innern Umbildung. Eigentliche Porphyre kommen mit diesen Thonsteinen kaum vor, aber bei Handschuhheim ohnweit Heidelberg wechsellagert ein ausgezeichneter Porphyr mehrmals mit Sandstein, und ganz gleiche Porphyre sind häufig innerhalb der Granite des Schwarzwaldes.

Gar nicht selten nimmt der Sandstein des Schwarzwaldes in den Umgebungen des Knibis ein granitartiges Ansehn an; das Cement erscheint als ein aufgelöster Feldspath, Glimmer und Quarz treten deutlich hervor, in Handstücken würde man das Gestein ohne Zaudern für einen etwas verwitterten Granit halten, gleichwohl bildet es nur Schichten im Sandsteine, oder in dem Porphyr. Solche granitische Sandsteine kommen auch am Fuße des Gebirges vor und umschließen hier die Kohlenstraten von Oppenau, Berghaupten rc. Dieser hier verbreitete Sandstein ist in der Nähe der Kohlen locker, von geringem Zusammenhalte, weiter hin unterscheidet man härtere Stellen, diese vergrößern sich, erscheinen als vollkommener Granit und durch diese gehet der Sandstein ganz allmählig in den Gneisgranit über, der den ganzen untern Theil des Schwarzwaldes bildet. Zwischen solche Granitmassen setzt die Kohle, fast perpenticular nieder und wahrscheinlich hat die Kohle es verursacht, daß der sie umgebende Sandstein nicht in Granit umgebildet wurde, eben so, wie im Saalkreise das Todtliegende in den Umgebungen der Kohlen oft sich erhalten hat, während es in einiger Entfernung zu Porphyr umgebildet wurde.

Im Allgemeinen liegen die Granite zu unterst, dann folgt der mit diesen innig verbundene Thonstein, der allmählig in Sandstein übergehet, welcher die Hauptmasse des Gebirges ausmacht.

Erwägt man alle jene Verhältnisse, so läßt sich nicht

daran zweifeln, daß die granitischen und porphyrartigen Gesteine mit den Sandsteinen in der allerinnigsten Beziehung stehen; daß aber letztere nicht aus erstern entstanden seyn können, gehet schon aus der Thatsache hervor, daß der Schwarzwäldersandstein nie Stücke von Granit oder Porphyr eingemengt enthält. Wir werden gezwungen, anzunehmen, daß durch erregte innere Thätigkeiten das thonige Cement des Sandsteines sich zu Feldspath kristallisirte, wodurch sich Granit bildete, oder mit den Quarzkörnern sich homogenisirte, wodurch Thonstein und Porphyr entstand. Der Bildungsheerd dieser Gesteine lag daher innerhalb der Sandsteinformation selbst; die Porphyre und Granite traten nicht aus unbekannten Regionen herauf. Die Umbildung hat hier die vielleicht 1000′ mächtigen untern Schichten des Sandsteins ergriffen und indem hier der Thon sich zu Feldspath kristallisirte, nahm er einen größern Raum ein, die Masse schwoll auf und erhob den aufliegenden Sandstein, der daher auf dem Schwarzwalde ein viel höheres Niveau hat, als sonst der Nebrasandstein zeigt. Wo in den obern Sandsteinen der Umbildungsprozeß nicht zur vollkommenen Reife kam, da bildeten sich bloß jene granitartigen Sandsteine.

Indem die Granite sich erhoben, zerriß der aufliegende Sandstein und die ausgefüllten Spalten erscheinen nun als Gänge, die nur in der Nähe des Granites liegen und mit den Granitrücken parallel laufen. Nur ein Fall ist bekannt, daß diese Gänge aus dem Sandsteine bis in den Granit niedersetzen; ausgefüllt sind sie mit Schwerspath und Brauneisenstein, nach unten meist mit Quarz und Kupfererzen; häufig umschließt die Gangausfüllung Stücke des Nebengesteins. Die Klüfte des Sandsteins sind häufig mit Quarz und Schwerspath ausgefüllt.

Ueber die geographische Verbreitung der Nebraformation ist wenig mehr zu sagen; sie bildet die Ebenen in Mansfeld und Thüringen, in Hannover den großen Sollingerwald, in Hessen den Rheinhardswald, wird im Würzburgischen und Fuldaischen häufig von Basaltmassen durchzogen

und erhoben wie in der Rhön, dem Vogelsgebirge rc., bildet die Hauptmassen des Spessart, Odenwald und Schwarzwald, auch der Vogesen, und ziehet sich von diesen über Trier bis in die Eifel, hier das Schiefergebirge bedeckend. Weiter südlich ist die Formation noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

---

§. 9.

Der Muschelkalk.

Das Stratensystem, von dem wir jetzo reden wollen, bestehet nicht allein aus Kalk; der dazu gehörige Kalk führt großentheils gar keine Muscheln, während Straten von muschelreichem Kalke in vielen Formationen vorkommen; es ist daher unzweckmäßig, das ganze Stratensystem als Muschelkalk zu bezeichnen; wir wollen dafür den Namen Jenaformation gebrauchen, der an die Universitätsstadt Jena erinnert, wo die Formation sehr verbreitet vorkommt.

Das Wesentliche der Formation bestehet darin, daß sie als das dritte Meeresgebilde im nördlichen Europa auftritt, die bunten Sandsteine als Liegendes, den Keuper als Hangendes hat, und ein grauer, oft dolomitischer Mergelkalk mit eigenthümlichen Petrefacten vorherrscht. Wir können in derselben mehrere Gruppen unterscheiden.

a) Grenzgebilde mit dem unterliegenden Sandstein. Indem der Nebrasandstein zu oberst immer merglicher wird und untergeordnete Kalkstraten den Sandstein verdrängen, findet ein allmähliger Uebergang in den Muschelkalk statt. Dieses Uebergangsgebilde ist ziemlich überall vorhanden, sehr ausgezeichnet aber am Schwarzwalde, wo manche dieser Mergelstraten bituminös, etwas kupferhaltig werden, sie führen dann Reste von Fischen und wechseln mit dolomitischen und sandigen Kalkstraten; so erscheint ein Gebilde, ähnlich dem Mansfeldischen Kupferschiefer (für den es auch lange gehalten wurde) und den Mergelstraten unter dem Englischen magnesia lime,

welches noch nicht ein Product des tiefen Meeres seyn wird, sondern sich bei ansteigenden Gewässern aus Landseen ꝛc. bildete.

b) Untere Gruppe, der Wellenkalk. Es herrscht ein dunkelgrauer, dichter, grobschiefriger Mergelkalk, dessen Straten oft durch regelmäßige Furchen gerippt, zugleich auch gedrehet und wellenförmig gebogen erscheinen, wodurch die Gesteine ein eigenthümliches wellenartiges Ansehn erhalten. Petrefacte kommen hier im Allgemeinen selten vor. Längst dem Schwarzwalde ist dieses Gebilde, welches in Norddeutschland meist fehlt, bis 300′ mächtig und wird von rothem Thon mit Gyps und Steinsalz bedeckt, auf dem die folgende Gruppe ruhet.

c) Gruppe des gemeinen Muschelkalkes, oder Kalkes von Friedrichshall. Es herrscht ein grauer, dichter, splittriger, dünngeschichteter Mergelkalk, stets wechselnd mit dünnen Schichten von schiefrigem Thonmergel, der häufig Knollen oder Kristalle von Gyps umschließt; characteristisch sind runde, kalkige, schlangenförmige Concretionen. Den Kalk durchziehen nicht selten Knollen, auch kleine Flötze von Hornstein. Gyps erscheint in oft großen, unregelmäßigen, zackigen, flötzigen Massen, umgeben von Thon; die angrenzenden Kalkstraten sind dann meist porös und haben das Ansehn von Rauchwacke; die oberen Mergelstraten wechseln zuweilen mit einem bituminösen vitriolischen Thon, übergehend in eine schlechte Kohle (Lettenkohle von Voigt, Jenakohle). Die Mächtigkeit dieser Gruppe beträgt bei Friedrichshall 400′, in Norddeutschland oft mehr.

d) Obere Gruppe. Nach oben erscheinen in Norddeutschland oft poröse Schichten (Mehlpatz in Thüringen), zuweilen auch oolitische (Jenaoolit), wie im Hannöverschen bei Alfeld ꝛc. (die aber vielleicht zum Under dolite gehören), oder sandige, die den Uebergang in den Keuper vermitteln.

Petrefacte. Pflanzenreste fehlen, finden sich nur zuweilen in den obersten Grenzstraten mit dem Keuper, wie die Gattung Mantellia, aus der Familie der Cycadern. Korallen

sind noch nicht mit Sicherheit aufgefunden; Seesterne sind sehr selten, doch kennt man Ophiura loricata und Asterias obtusus. Reste von Radiarien sind ungemein häufig, beschränken sich aber auf den Encrinus liliformis, der oft ganze Bänke erfüllt. Von Mollusken finden sich in großer Häufigkeit mehrere Arten von Terebratula, Ostrea, Pecten, Plagiostoma, Avicula, Mya, Trigonia, seltener Delthyris, Lingula, Mytilus, Arca, Cardium, Venus, Cucullaea, Balanus, Trochus, Natica, Buccinum, Nautilus bidorsatus, Ammonites nodosus und bipartitus, auch noch einige andere Mollusken. Knochen von Sepien haben sich an mehreren Punkten gefunden, auch von Fischen, Krabben und Saurier, wie Plesiosaurus, Ichthyosaurus etc.

Aus diesem Verzeichnisse erhellet: daß wohl ohne Zweifel die Jenaformation ein Product des Meeres ist, aus dem sich kalkige und schlammige Massen absetzten, und die abgestorbenen organischen Reste umhüllten; da nun aber diese Formation, zuweilen bis gegen 1000′ hoch, eine Landformation überlagert, so folgt von selbst: daß in der Bildungszeit der Jenaformation das Meer in der nördlichen Hemisphäre anstieg und wieder abfiel. Im allgemeinen bildet die Formation muldenförmige Plateau's und langgezogene Rücken oft mit steilen Abfällen. Das allgemeine unveränderte Niveau mag 800 — 1000′ betragen; im Schwarzwalde steigt bei Villingen der Kalk bis 2000′, wird aber durch die dasigen Granite gehoben seyn.

Erzreichthum. Spuren von etwas Blei- Kupfer- und Eisenerzen zeigen sich hie und da, aber nur in Oberschlesien und dem benachbarten Polen werden diese so mächtig, daß sie einen wichtigen und alten Bergbau bedingen; es liefert dieser im Preußischen jetzo circa 340,000 Centner Eisen, über 60,000 Centner Galmei, an 200,000 Centner Zink, an 20,000 Centner Glätte und Blei und gegen 2000 Mark Silber; in dem benachbarten Polen ist die Production ebenfalls sehr bedeutend. Der Muschelkalk umschließt in diesen Gegenden eine Dolomitschicht, welche eine Erzlage enthält, die meist 20 — 30

Zoll stark ist, oft sich ganz verdrückt, oft auch $1\frac{1}{2}$ Lachter mächtig wird; sie führt Blei, Zink und Galmei, welche theils mit einander vorkommen, theils sich einander ersetzen; sie bestehet meist aus Thon, der Eisenoxyd, Bleierde und Zinkoxyd enthält; nur das geübte Auge des Bergmannes kann häufig diese Zinkerze von den Eisenerzen unterscheiden; stellenweise hat sich Brauneisenstein, Galmei, Bleiglanz ꝛc. deutlich ausgeschieden, aber solche Erzstufen gingen offenbar erst später aus jenem amorphischen Zustande hervor. Von einer spätern Sublimation dieser Erze von unten kann hier wohl nicht die Rede seyn, da alle Verhältnisse dafür sprechen, daß sie gleichzeitig sich mit dem Kalksteine absetzten; offenbar bildete sich unter dem Spiegel des Meeres hier eine erzreiche Schlammablagerung, auf etwa analoge Weise, wie unsere Limonite.

Die Dolomite erscheinen überhaupt in dem Muschelkalke außerordentlich häufig, wie besonders die Untersuchungen von Gmelin (naturwissenschaftliche Abhandlungen I. v. J. 1826) ganz außer Zweifel gesetzt haben; fast die meisten Schichten haben einen Gehalt an Bittererde, der aber sehr verschieden ist; der untere wellenförmige Kalk zeigt sich als wahrer Dolomit, weiter oben vermindert sich der Gehalt an Bittererde, vermehrt sich aber in den obersten Schichten wieder. Es leidet keinen Zweifel: daß mit dem Kalke auch zugleich die Bittererde gebildet wurde, und es ist nicht wohl möglich, sie hier von einer Sublimation herzuleiten. Der dichte Dolomit hat sich häufig in kristallinischen umgebildet, der meist fest ist, zuweilen auch seinen Zusammenhalt verloren hat und sandig erscheint. In dem Mergel, der mit dem Muschelkalke wechsellagert, findet sich kristallinischer schwefelsaurer Zölestin an mehreren Punkten, wie zu Dornburg ohnweit Jena, am Benterberge ohnweit Hannover ꝛc.

Ungemein häufig, fast überall zeigt der Mergel zwischen dem Kalke Ausscheidungen von Gyps; wo aber diese Mergel mächtiger auftreten, finden sich auch sehr große Gypsklötze, mit diesen auch Steinsalz. In Süddeutschland liegt längst dem Schwarzwalde ein sehr verbreitetes Gyps- und Stein-

salzgebilde, unmittelbar über dem erwähnten Wellenkalke, welches bei Schwemmingen 315′, bei Offenau 380′ Mächtigkeit und ein sehr verschiedenes Niveau der Höhe hat, denn bei Friedrichshall liegt es 50′, bei Hall 600′, bei Sulz 1300′, bei Schwemmingen 1700′, bei Dürheim 1770′ über dem Meere; das sehr hohe Niveau wird nicht das ursprüngliche seyn, sondern eine Folge des Emportretens der Granite. Ein ähnliches Salzgebilde bei Buffleben ohnweit Gotha liegt 265′ über dem Meere, und bei Stotternheim ohnweit Erfurt wurden neuerlich auch Steinsalzflötze entdeckt; die ähnliche Steinsalzniederlage bei Vic in Lothringen scheint mehr den untern Schichten des Keupers anzugehören. Das vielleicht herrschende Gestein in dem Gyps- und Steinsalzgebilde ist der ziemlich kalkfreie, sogenannte Salzthon, in welchem die Gyps- und Salzflötze liegen; wenn auch diese Gesteine zuweilen flötzartig vorkommen, so setzen solche Flötze doch nie regelmäßig auf längern Strecken fort.

Was früher von dem Gypse des bunten Sandsteins gesagt wurde, gilt auch von dem des Muschelkalkes, er wird nicht ursprünglich, sondern durch Umbildung entstanden seyn; indem die Kalktheile aus der Umgebung sich concentrirten, verwandelte sich die Kohlen- in Schwefelsäure, deßhalb fehlt alle Schichtung, deßhalb das flotzförmige Vorkommen und die Umgebung von Thon. Wir haben noch kein Beispiel, daß sich aus dem Meere Gyps absetzte und es ist nicht wohl begreiflich, wie sich aus dem Wasser ein ganz wasserfreier Gyps absetzen könnte, wie der Anhydrit ist, der häufig mit dem Gypse vorkommt.

Mit dem Gypse stehet das Steinsalz in der innigsten Beziehung, da beide immer in einander übergehen; mit dem Kalksteine ist dagegen das Steinsalz nicht verbunden; ist nun der Gyps eine Umbildung aus kohlensaurem Kalke, so dürfte das Steinsalz als eine Umbildung aus Gyps zu betrachten seyn. Diese ist uns allerdings noch sehr räthselhaft, aber jede andere Meinung über die Bildung des Steinsalzes ist nicht weniger hypothetisch. Da eine 300′ mächtige Masse von un-

verändertem Kalkstein unter dem Steinsalze in Würtemberg x. liegt, so kann man doch ohnmöglich an eine Sublimation von Kochsalz und Schwefelsäure denken. Die organischen Reste des Muschelkalkes haben mit den jetzo im Meere lebenden vollkommene Analogie und wir können daraus schließen, daß das damalige Meer ohngefähr dieselben Eigenschaften gehabt haben wird, als das jetzige; wie aber könnte sich in einem jetzigen tiefen Meere eine Lage von Kochsalz absetzen? Da das Salz noch von mehr als 300′ hohem Meerkalke bedeckt wird, so muß doch wohl die Schicht, die es umschließt, unter einem ziemlich tiefen Meere gebildet seyn. Wäre das Steinsalz eine ursprüngliche Bildung, so würden wir auch Theile davon in den Kalkstraten finden, was aber der Fall nicht ist. Unsere Kenntnisse von dem Wesen des Chlor's sind offenbar noch sehr beschränkt und in dem organischen Gährungsprozesse erscheinen Umbildungen, die uns noch eben so räthselhaft sind, als die von Kalk in Gyps, und von diesem in Kochsalz.

Der Muschelkalk führt, besonders gegen seine obere und untere Grenze, oft Salzquellen, die meistens nicht sehr stark sind, die mit dem Steinsalze schon deßhalb nicht im Conner stehen werden, weil dieses von wasserdichtem Thone umgeben ist; innerhalb des Steinsalzes findet sich durchaus keine Salzquelle. In den Würtembergischen und Badenschen Salinen ziehet man zwar sehr viel und sehr starke Soole aus dem Steinsalzgebirge, die aber nicht das Product einer Salzquelle, sondern einer künstlichen mechanischen Auslaugung ist. Man führt durch die Bohrlöcher die Gewässer der aufliegenden Straten und Tagewässer in das Steinsalzgebirge, wo mechanisch das Salz aufgelöst wird, wodurch Weitungen entstehen; so viel Wasser man hineinleitet, so viele Soole kann man herausziehen; man verfährt hier auf ähnliche Art, als in den Sinkwerken des Oestreichischen Salz-Kammergutes, wo von Salzquellen gar nicht die Rede ist.

Die geographische Verbreitung des Muschelkalkes ist sehr bedeutend; er beginnt bei Berlin, ziehet sich durch das

Magdeburgsche, durch Hannover und Westphalen bis Osnabrück, andererseits durch Mansfeld und Thüringen, über Meiningen nach Würzburg, Heilbronn, Stuttgard, und längst dem Schwarzwalde bis zum Rhein; selbst in dem Schweitzer Jura kommt er hie und da in den Cantonen Basel, Aargau und Solothurn vor; ziehet sich dann auf der linken Rheinseite über Epinal, Luneville, Saarlouis und Luxenburg fort, die Vogesen begleitend und mitbildend. Weiter südlich ist er noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen.

---

§. 10.

Der Keuper.

Das Wesen dieser Formation liegt in dem vorwaltenden Auftreten von buntem Mergel und Sandstein, reich an Pflanzenresten, die documentiren, daß er auf festem Lande gebildet wurde; die Formation folgt unmittelbar dem Muschelkalke, wird vom Lias bedeckt, stellt daher die dritte Landformation dar zwischen der 3ten und 4ten Meerformation.

a) **Grenzgruppe mit dem Muschelkalke.** Die grauen Mergel werden häufig und dunkler gefärbt, die Kalkstraten verlieren sich allmählig, so gehen beide Formationen vollkommen in einander über.

b) **Untere Gruppe, das Gebilde der bunten Mergel.** **Marles irisies.** Es herrscht buntgefärbter Mergelthon mit sehr geringem Kalkgehalte, von braunrother Färbung; partien- und stratenweise ist er auch blau, gelb, grün und zeigt oft in sehr kleinen Stücken bunte Farben. In großen, grobschiefrigen, zerfällt er leicht in stumpfkantige Bruchstücke und wird zum Mergeln der Felder benutzt, da er den Boden locker macht (**Leberkies** im Würtembergschen, **Keuper** im Coburgschen genannt). Aus diesem Mergel sondern sich häufig feste Mergelschaalen aus, oft mit Quarzkristallen bekleidet; mit ihm wechseln Straten von festem Mergel, von dichtem Dolomit, zähem, zuweilen porösem Mergelkalk (Cra-

pauds), von hartem Kieselmergel (Zapfenstein, der eine treffliche Unterlage für die eisernen Zapfen großer Wellen giebt), zuweilen in Quarzfels übergehend; andererseits auch lockerer, buntgefärbter Sandstein. Untergeordnet finden sich Straten von Kalkstein, Stöcke von Gyps und Steinsalz, wie bei Vic in Lothringen, oder von Lettenkohle, mehr zur Vitriolbereitung als zum Feuermateriale anwendbar, wie bei Geildorf im Würtembergschen.

c) Mittlere Gruppe. Gebilde des Schilfsandsteines. Es herrscht ein thoniger, meist grauer, partienweise auch verschieden gefärbter Sandstein, ausgezeichnet durch unendlich viele Pflanzenreste, die er überall eingemengt enthält (Bausandstein in der Gegend von Stuttgard genannt), auf den Ablösungsflächen zuweilen pseudomorphische Kristalle von Kalk zeigend (kristallisirter Sandstein von Stuttgard), wechselnd mit Straten von Mergel, reich an Gypstrümmern; untergeordnet treten zuweilen Schichten von hartem, porphyrartigem Kieselsandstein auf, auch Flötze von Lettenkohle, wie bei Stuttgard, Löwenstein ꝛc. Dieses Gebilde erhält in der Gegend von Stuttgard eine Mächtigkeit von 700′.

d) Obere Gruppe. Gebilde des Stubensandsteins. Es herrscht ein lockerer, weißer, feinkörniger Sandstein, mit wenigem Bindemittel, der in Würtemberg wegen seiner Anwendung als Streusand unter dem Namen Stubensand bekannt ist; partien- und stratenweise erscheint er verhärtet, selbst in Horn- und Feuerstein umgebildet, wechselnd mit schwarzem Mergel, der nach oben liasartig wird; hier, auf der Grenze mit dem Lias, finden sich dann auch Straten ein von einem feinkörnigen, lockern, gelben, von braunen, eisenschüßigen Adern durchzogenen Sandsteine (Buchsandstein in Würtemberg), welcher mächtiger noch in den untern Gliedern der Liasformation auftritt und den Uebergang in dieselbe vermittelt. Untergeordnet dem weißen Sandsteine findet sich Lettenkohle, die reich an Schwefelkiesen ist, wie bei Mittelbron im Würtembergschen und bei Helmstedt. Zu diesem erwähnten Gebilde dürfte auch der grobkörnige, conglomeratar-

tige, weiße Sandstein von Luxenburg (Grés de Louxenbourg) gehören, der oft Kohlensandstein genannt wurde, und die Formation des weißen Sandsteines in Polen, welche nach unten Steinkohlen, nach oben einen großen Reichthum von Sphärosideritflötzen führt.

Petrefacte. Pflanzenreste finden sich in außerordentlicher Menge, oft so häufig wie in dem Kohlensandsteine, sind aber nicht so gut erhalten, deßhalb wohl, weil das Cement nicht so bituminös und fein als der Schieferthon ist; näher bestimmt sind bis jetzo mehrere Arten der Gattungen Calamites, Equisetum, Filicites, Marantoidea, Pecopteris, Pterophyllum, Syringsdendron, Taeniopteris. Die Pflanzen liegen, wie im Kohlensandsteine, den Schichten parallel, und man kann nicht wohl daran zweifeln, daß sie hier an den Orten lebten, wo wir ihre Reste finden, wo sie von sich anhäufendem Sande und Schlamm bedeckt wurden. Unendliche Pflanzengenerationen mögen auf einander gefolgt seyn, ehe sich so allmählig der 700′ mächtige Bausandstein von Stuttgard entwickelte.

Thierreste sind im Allgemeinen selten, Korallen, Radiarien, Annulaten fehlen ganz, Mollusken finden sich nur höchst selten und in den untern Schichten, wie Plagiostoma, Cardium, Mya, Avicula, Perna, Posidonia, Modiola, Venericardia, Buccinum; sie stimmen zum Theil mit denen des Muschelkalkes überein; häufiger sind Reste von Fischen und von Saurier, wie Mastodonsaurus, Phytosaurus, Salamandroides.

Dieser petrefactologische Character setzt es außer Zweifel, daß der Keuper nicht unter dem Meere, sondern außerhalb desselben auf festem Lande in sehr sumpfigen Gegenden gebildet wurde, die sich durch Sand und Schlamm erhöheten. Da aber die Formation zwischen 2 Meeresgebilden liegt, so muß in der Bildungszeit des Keupers das Meer sehr abgefallen und dann wieder angestiegen seyn.

Der Keuper bildet meist Plateau's oder platte lange Höhenzüge und wird strichweise bis 1000′ mächtig; sein allge-

14 *

meines Niveau mag 800 — 1500′ hoch ansteigen; Erzgänge fehlen; Erze sind selten, am häufigsten findet sich Schwefelkies auf, der porphyrartig in manchen Schichten vorkommt, wie längst der Weser; feine Streifen von Bleiganz sind nicht selten; auch hat man in Würtemberg zuweilen Goldkörner gefunden.

Flötze von Keuperkohlen finden sich häufig, sind aber nie von besonderer Qualität und Mächtigkeit, meistens reich an Schwefelkiesen, dienen daher auch mehr zur Vitriolbereitung als zur Feuerung; sie verhalten sich zu den guten Kohlen, wie der Vitrioltorf zu dem Brenntorfe und werden auch aus erstern entstanden seyn. Wir sehen, wie aus dem Vitrioltorfe häufig sich einzelne Schwefelkieskristalle bilden, und auf gleiche Art werden aus einem eisenhaltigen Schleime die großen und häufigen Schwefelkiesknollen der Keuperkohle entstanden seyn. Das mächtigste Kohlengebilde dieser Art wird das der Gegend von Helmstedt seyn, wo unter andern bei Wefensleben Bergbau getrieben wird. Unmittelbar über den Keupermergeln wechsellagern weißer Sandstein und weißer oder bituminöser Thon vielfach mit einander und mit letzterem finden sich mehrere Kohlenflötze ein, die 1 — 20 Zoll mächtig sind; nicht selten kommen große Stammstücke von fossilem Holze vor und bei dem Helmstädter Bade bemerkt man in dem Sandsteine viele aufrechtstehende, oft mit Kohle gefüllte röhrenförmige Räume, die nur von aufrechtstehenden und verwesten Vegetabilien herrühren können. Der graue Sandstein ist zuweilen ein lockerer Sand, zuweilen ein sehr harter Sandstein. Der Sandstein, der bei Mittelbronn das Dach der Kohle bildet, ist öfter in einen vollkommenen Calcedon zusammengeflossen.

Alle die Verhältnisse sprechen dafür, daß in der damaligen Periode sich die niedern Gegenden des festen Landes ganz auf gleiche Art erhöheten als jetzo; in den Mooren bildete sich Schlamm oder Vitrioltorf, Flugsand bedeckte solche Ablagerungen, die sich dann wieder von neuem bildeten, um wie-

der bedeckt zu werden; dieser Sand erhärtete, verschmolz theilweise gleichsam in einander.

Die ganze Keuperformation verdankt ihren Ursprung wohl den lockern Ablagerungen von Schlamm und Sand; alle die harten, zähen, dolomitischen und quarzigen Schichten, die mit den lockeren Mergeln wechseln, sind aller Wahrscheinlichkeit nach erst spätere Concretionen, und die Veränderung, welche dadurch die ganze Masse erlitten hat, mag vielleicht daran mit Schuld seyn, daß wir innerhalb der Mergelgruppe gar keine Spuren von organischen Resten finden, die überall im Sandsteine auftreten, wo dieser keine wesentlichen Veränderungen erlitten hat.

Die oft feinen Mergelstraten zwischen dem Sandsteine führen gewöhnlich faserigen und kristallinischen Gyps, oft so fein eingestreuet und von so frischem Ansehn, als sey er eben erst hervorgewachsen; durch Sublimation kann hier auf keinen Fall die Schwefelsäure aus unbekannter Tiefe heraufgetreten seyn. In dem untern Mergel erscheint der Gyps strichweise häufig, in großen Klötzen, mit ihm in Lothringen auch Steinsalz, welches gewiß auf ganz gleiche Art als in den ältern Formationen durch Metamorphose entstand; bemerkenswerth ist es: daß in der Gegend von Vic der Keupermergel mehr untergeordnete Kalkstraten führt, als sonst gewöhnlich.

Geographische Verbreitung. Der Keuper folgt überall dem Muschelkalke. Am nördlichsten erscheint eine isolirte Partie, die Insel Helgoland bei Hamburg bildend, die vom Meere schon fast ganz abgespült ist; die Formation ziehet sich durch Westphalen (besonders verbreitet bei Pyrmont), findet sich nördlich dem Harze, bei Helmstedt, läuft durch Thüringen (verbreitet bei Erfurt, Gotha ꝛc.), ist aber im nördlichen Deutschland viel weniger entwickelt und mächtig als im südlichen. Bei Coburg bildet sie den Lichtenfelder Forst, bei Bamberg den Steigerwald, und durchziehet dann ganz Würtemberg. Noch mächtiger begleitet sie die Vogesen im nördlichen Frankreich und bildet hier, wie in Deutschland, das Plateau, über welches sich der Jura erhebt. In Polen zwi-

schen der Pilica und der mittlern Weichsel wird die weite Ebene durch ein Stratensystem gebildet, welches, über dem Muschelkalk liegend, aus weißem Sandstein bestehet, der mit Mergel und Thon wechselt, mit untergeordneten Flötzen von Kohle und Eisenstein; es ist reich an Pflanzenresten, umschließt keine Reste von Seethieren und gehört wahrscheinlich der Keuperformation an. Südlicher, in dem Alpinischen Gebirgssysteme, in Italien, im südlichen Frankreich rc. fehlt die Formation.

---

§. 11.

Ueber den Parallelismus der bisher erwähnten Stratensysteme.

Um die Gebirgsverhältnisse der Natur getreu darzustellen, schien es nöthig, den westlichen Theil des nördlichen Europa von dem östlichen getrennt zu halten, da beide ohne Zweifel bedeutende Anomalien zeigen. In wiefern nun diese mit einander auszugleichen, die Gebilde mit einander zu parallelisiren seyn möchten, ist eine Frage von großem Interesse, welche die Geognosten schon seit langer Zeit zu lösen gesucht und verschiedenartige Ansichten deßhalb aufgestellt haben.

Eine Linie, in welche vorzugsweise das Rheinische Schiefergebirge fällt, die von Calvados in Frankreich über jenes Gebirge bis Osnabrück in Westphalen läuft, dürfte als die Scheidung zu betrachten seyn, die Westseite dieser Linie gehört geognostisch zu England, die Ostseite zu Deutschland; das Meer, was jetzo England von dem Continente trennt, hat aller Wahrscheinlichkeit nach erst durch einen sehr neuen Durchbruch sein jetziges Bette erhalten. Wir wollen die westliche Seite jener Linie, zu welcher der westliche Abfall des Rheinischen Schiefergebirges gehört, als — das **westliche Bassin** — die Ostseite aber als das **östliche Bassin** bezeichnen.

Vergleichen wir die Gebilde ihrer Lagerungsfolge nach, so ergiebt sich folgendes Resultat:

Westliches Bassin.	Oestliches Bassin.
I. Gruppe. Die Killasformation, oder das Thonschiefer- und Grauwackengebirge, als erste Meerformation.	I. Gruppe. Ganz wie nebenstehend.
II. Gruppe. Der Old red, ein rother Sandstein ohne organische Reste, aber aller Analogie mit den jüngern Sandsteinen nach nicht unter dem Meere gebildet, also das erste Landgebilde, ohne untergeordnete Steinkohlenflötze.	II. Gruppe. Das Todtliegende, mit untergeordneten Steinkohlen und Süßwasserkalke, ganz offenbar eine und zwar die erste Landformation.
III. Gruppe. Der Mountain und Carboniferous limestone, ganz gewiß eine, und zwar die zweite Meerformation, in den jüngsten Straten zuweilen untergeordnete Steinkohlen führend.	III. Gruppe. Der Zechstein, eine und zwar die zweite Meerformation.
IV. Gruppe. Der Millstone grit, die Coalmeasures und der red sandstone belong the magnesia limestone; graue und rothe Sandsteine mit untergeordneten Steinkohlen zeigen sich als die zweite Formation des festen Landes.	IV. Gruppe. Bunter Sandstein, aus dem noch keine Steinkohlenflötze bekannt geworden sind, fast ganz frei von Meeresresten, stellt die zweite Bildung auf festem Lande dar.
V. Gruppe. Der Magnesia limestone bildet in Gemäßheit seiner Petrefacte die dritte Meerformation.	V. Gruppe. Der Muschelkalk wurde offenbar unter dem Meere abgesetzt und ist daher die dritte Meerformation.

Westliches Bassin.

VI. Gruppe. Der New red sandstone aller Analogie nach ein Landgebilde und zwar das dritte.

Oestliches Bassin.

VI. Gruppe. Der Keuper, mit untergeordneten Kohlenflötzen, offenbar eine Landformation und zwar die dritte.

Es fragt sich nun: ob abgesehen von den Lagerungsbeziehungen auch die andern Verhältnisse es gestatten, daß die hier nebeneinander gestellten Stratensysteme als parallele Bildungen betrachtet werden können.

1) Der Englische Old red ist seinem mineralogischen Character nach von dem Todtliegenden nicht wesentlich verschieden, nur führt dieses untergeordnete Steinkohlenflötze, die jenem fehlen, aber jede Formation, von der jüngsten bis zur ältesten, enthält, wie wir sehen werden, strichweise Kohlenflötze; diese können daher nicht als bestimmender Formationscharacter gebraucht werden; wenn es sich aber bestätiget: daß der Old red Englands, bei der Fortsetzung nach Schottland, hier in einen rothen kohlenführenden Sandstein übergehet, der ganz dem deutschen Todtliegenden ähnlich ist, auch viele Porphyre führt, so würde an der Identität beider Gebilde wohl gar nicht zu zweifeln seyn.

2) Die deutsche Zechsteinformation, wie sie auf beiden Seiten den Thüringerwald begleitet, reich an Erzen und Korallenriffen, hat nicht abzuleugnende Analogie mit dem Englischen Bergkalke, welche durch die Petrefacte noch erhöhet wird, denn wir finden im deutschen Zechst.ine Petrefacte, die auch in dem Englischen Bergkalke vorkommen, nur ist letzterer mehr entwickelt und petrefactenreicher. Der deutsche Zechstein führt vorzugsweise Eisen und Kupfer, nur wenig Blei und Zink; diese erscheinen in dem Englischen Bergkalke überwiegender; dieß kann keinen Grund abgeben, beide Formationen zu trennen; Erzgänge kommen hier wie dort vor. Der Bergkalk ist scharf von dem Old red getrennt, verläuft sich dagegen allmählig in das aufliegende Kohlengebilde; der Zechstein wird

durch Uebergänge mit dem Todtliegenden verbunden, ist aber dagegen von dem bunten Sandsteine ziemlich scharf geschieden; es ergiebt sich hieraus, daß in Deutschland mehr die ältesten, in England mehr die jüngsten Straten vorkommen; beide haben viel Analogie mit einander, denn der Zechstein des deutschen Bergmannes ist ein ähnlicher plattenförmiger Kalk als der Englische Kohlenkalk.

3) Der **Millstone grit** und die **Coalmeasures** in England scheinen mit unserm bunten Sandsteine die wenigste Analogie zu haben, deßhalb, weil jene Straten reich sind an untergeordneten Kohlenflötzen, die bei uns fehlen; daß aber in einer Formation Kohlenflötze vorhanden seyn, oder fehlen können, ohne daß dieß auf die Formationsbestimmung von Einfluß ist, sehen wir bei der Liasformation; diese umschließt im nördlichen England, in Yorkshire rc. ein mächtiges Kohlengebilde, was im südlichen England gänzlich fehlt; gleichwohl trennt man das die Kohle umschließende Stratensystem nicht von dem, welches keine Kohle führt. Gewiß ist: daß das Englische Steinkohlengebilde und der bunte Sandstein gleiche Lagerungsverhältnisse haben, denn sie liegen zwischen dem zweiten und dritten Meerkalke, daß sie gleichartig gebildet sind, da sie beide nicht unter dem Meere, sondern auf dem festen Lande entstanden, und daß auch im Allgemeinen ihre Gesteine mit einander übereinkommen; Sandstein mit thonigem Cement herrscht hier wie dort, nur ist dieser Thon in England mehr bituminös, in Deutschland mehr eisenschüssig und rothgefärbt. In England herrschen die mit dem unterliegenden Gebilde verbundenen untern Glieder der Formation, die in Deutschland sehr zurückgedrängt erscheinen, wo die obern Glieder herrschen, die in England durch einen bunten Sandstein vertreten werden, der sich nur 100′ mächtig zeigt.

4) Als dritter Meerkalk erscheint in England der **Magnesia lime**, in Deutschland der Muschelkalk, der überall Bittererde enthält, sehr viele Dolomitschichten umschließt, zuweilen ganz allein aus Dolomit bestehet, wie bei **Bourbonne les bains.** Des Bittererdegehaltes wegen kann man daher

den Englischen nicht von dem deutschen Kalke trennen; auch der petrefactologische Character beider ist gar nicht wesentlich verschieden; es herrschen hier wie da die Gattungen **Avicula**, **Plagiostoma etc.**, nur ist der deutsche Muschelkalk reicher an Petrefacten wie der Englische, weil er viel mehr entwickelt ist.

5) Stehen die erwähnten Kalksteine sich gleich, so folgt die Identität des **New red** und Keupers, beide liegen zwischen dem dritten und vierten Meerkalke, beide wurden auf festem Lande gebildet und bestehen vorzugsweise aus thonigem Mergel und feinen Sandkörnern. Der **New red** entspricht allen Beschreibungen nach unserm Gebilde des Keupermergels, verhält sich ganz wie dieser, aber es fehlen in England die obern Gebilde der Keupersandsteine; wir sehen daß bei dieser, wie bei der bunten Sandsteinformation, in England mehr die untere, in Deutschland mehr die obere Gruppe entwickelt ist, deßhalb sind auch in England **New red** und **Lias** scharf von einander getrennt, während in Deutschland der Keuper und Lias ganz allmählig sich in einander verlaufen.

Allem diesen nach glauben wir folgende Formationen aufstellen zu können:

I. Die erste Meer- oder Killasformation; in dem östlichen großen Bassin vielmehr als in dem westlichen entwickelt, wo sie nur einen Zug längst der östlichen Küste von England darstellt; in Deutschland hingegen tritt sie in vielen einzelnen Gebirgen hervor, am Harz, Thüringer- und Frankenwald, den Sächsischen und Baierschen Gebirgen, den Schlesischen und Mährischen Gebirgen, den Vogesen ꝛc.; hierdurch zerfällt das große Bassin in viele kleine flachere Bassins, die in England nicht vorhanden sind, und schon hierin wird eine große Verschiedenheit bedingt.

II. Die erste Land- oder Psephitformation, der **Old red** und das Todtliegende, das Gebilde einer Zeit, in der das alte Meer sich sehr zurückzog; in dem großen östlichen Bassin viel mehr als im westlichen verbreitet; weil eben ersteres in kleinere, flachere Bassins zerfällt, deßhalb wohl

entwickelten sich hier besonders die untern Bildungen und flache Torfmoore, aus denen unsere Steinkohlen entstanden; wo die Ränder der alten Gebirge steil abfielen, wie im westlichen Theile des Rheinischen Schiefergebirges und in England, konnten sich nicht wohl große Moore bilden, und der Sandstein scheidet sich scharf von der Grauwacke. Am meisten verbreitet finden sich die Psephitkohlen in dem flachen Bassin zwischen den Schlesischen und Böhmischen Gebirgen, sie fehlen, oder sind weniger ausgezeichnet längst dem Thüringerwalde und Harze, sie finden sich im Saalkreise, weil sich hier der Killas heraushob, fehlen ganz in England. Der bituminöse Kupferschiefer ist ein Absatz aus erzbildenden Mooren.

III. Die zweite Meer- oder Durhamformation, der Englische Bergkalk und Deutsche Zechstein; das Gebilde einer Zeit, wo das abgefallene Meer wieder anstieg, das Niveau erreichend, welches das alte Killasmeer hatte, denn das Killasplateau ist zum Theil vom Durhamkalke bedeckt. Die bildenden Thätigkeiten waren in dieser Periode offenbar in dem westlichen Bassin viel energischer, als in dem östlichen, deßhalb wohl, weil jenes Bassin viel tiefer war als dieses; die Abplattung der steilen Gebirgsränder, die in dem östlichen Bassin schon größtentheils durch den Psephit geschehen war, erfolgte im westlichen Bassin durch die Durhamgesteine, besonders durch plattenförmigen Kohlenkalk; bei dem allmähligen Zurückziehen des Meeres konnte sich hier Schlamm und Torfmoor absetzen; schon in den letzten flachen Meeren der Durhamperiode entwickelte sich Meerestorf (unsere Durhamkohle) und wir sehen hier einen ganz unmittelbaren Uebergang in die folgende Formation, der im östlichen Bassin nur zuweilen angedeutet ist.

IV. Die zweite Land- oder Nebraformation, die Englischen Coalmeasures und der bunte Sandstein; das Gebilde einer Zeit, wo das Meer sich wieder weit zurückgezogen hatte; in den flächern, von den Durhamgesteinen gebildeten Vertiefungen bildeten sich torfige Moore, aus denen die Grit- oder Nebrakohlen hervorgingen, die den Gesteinen und

Petrefacten, nicht aber den Lagerungsverhältnissen nach mit den Psephitkohlen übereinkommen; wie diese kleinen Bassins durch die Torfmoore erfüllt waren, wurde der sich weiter auflagernde Sand nicht mehr durch bituminösen, sondern eisenschüßigen Moor verkittet. In dem großen östlichen Bassin bildeten sich in dieser Zeit keine Torfmoore, sondern nur eisenschüßiger Moor, der den Sand cementirte und so unsern bunten Sandstein darstellte.

V. Die dritte Meer= oder Jenaformation, der Magnesia lime und Muschelkalk, das Gebilde einer Zeit, wo das zurückgewichene Meer wieder anstieg, ohne aber das Niveau der ersteren Meeresbedeckungen zu erreichen, ist in dem östlichen Bassin vielmehr entwickelt als im westlichen. Wenn die frühern Meere bis circa 2000′ über das jetzige Meeresniveau anstiegen, so scheint das Meer dieser Periode nur etwa um 800 — 1000′ höher gestanden zu haben, als unser jetziges Meer, und deßhalb wohl fehlen hier die Korallenriffe und überhaupt die Gebilde des tiefen Meeres, es waren mehr Binnen=Meere, umschlossen von großen Gebirgen, es kam nicht zu einer allgemeinen Meeresbedeckung.

VI. Die dritte Land= oder Keuperformation mit dem Englischen New red und unserem Keuper, das Gebilde einer Zeit, wo das Meer wieder sehr abgefallen war und wohl eben so viel festes Land als gegenwärtig vorhanden war. In die Vertiefungen sammelte sich zuerst viel Schlamm, aus dem der Keupermergel entstand, dann häuften sich große Sandmassen an, verbunden durch schlammiges Cement, woraus unsere Keupersandsteine entstanden, die wir viel weniger im westlichen als im östlichen Bassin finden. Aus einzelnen Torfmooren entstanden die Keuperkohlen.

Bisher nahm man an: daß die Psephit= und Gritkohlen, weil sie gleiche Gesteine und Petrefacte enthielten, auch gleichzeitig gebildet seyn müßten und von dieser Hauptsteinkohlenformation ausgehend, parallelisirte man nur die auf= und

unterliegenden Gesteine von England und Deutschland, daher stellte sich das Todtliegende dem Exeter Conglomerate gleich, der Zechstein dem Magnesia lime, der bunte Sandstein dem New red, für den Muschelkalk und Keuper wollten sich aber in England keine Aequivalente finden; dagegen fanden sich in England unter den Kohlen zwei überschüßige Formationen, der Mountain lime und Old red, für die man in Deutschland keine gehörigen Aequivalente nachweisen konnte.

Da sich aber immer mehr ergiebt: daß alle Formationen Steinkohlen umschließen und daß die deutschen Psephitkohlen nicht so wohl als eine eigene Formation zu betrachten seyn werden, sondern als ein dem Todtliegenden untergeordnetes Gebilde, so kann man von einem solchen nicht wohl als festem Punkte ausgehen. In den größten geognostischen Irrthum möchte Prof. Fr. Hoffmann verfallen seyn, wenn er (in seiner Uebersicht vom nordwestlichen Deutschland v. J. 1830) die kalkigen Straten, die zwischen den Steinkohlen und zwischen dem Todtliegenden vorkommen, mit dem Englischen Berg- und Kohlenkalke gleichstellt.

Gewöhnlich gruppirt und parallelisirt man die bisher erwähnten Straten, wie H. de la Beche in seinem geological manual v. J. 1831 folgendermaßen:

I. **Inferior stratified, or non fossiliferous Group**; die untern, geschichteten, versteinerungslosen Gebirgsarten, als Gneis, Glimmerschiefer ꝛc. Wir haben weiter oben die Gründe auseinander gesetzt, die uns veranlassen, diese für Umbildungen der Grauwacke und des Thonschiefers zu halten, und es dürften keine bestimmten Thatsachen bekannt seyn, sie für eine wirkliche frühere Formation auszusprechen.

II. **Lowest fossiliferous Group**, die unterste petrefactenreiche Gruppe; sie soll den Uebergang aus den chemischen in die mehr mechanischen Gebilde machen, aber alle Angaben sind hier so im Allgemeinen gehalten, daß Hr. von Dechen in seiner deutschen Bearbeitung jenes Werkes ganz mit Recht diese Gruppe ganz unterdrückt hat.

III. **Grauwacke Group**, ist unsere Killasformation.

IV. **Carboniferous Group**, diese zerfällt in:

1) Old red, in Deutschland fehlend,
2) Carboniferous lime,
3) Coal measures, mit den Kohlen in Deutschland 2c.

V. **Redsandstone Group**, Gruppe des rothen Sandsteines, zerfallend in:

1) das Todtliegende (ohne Steinkohlen) und das Exeter conglomerat,
2) den Zechstein und Magnesia lime,
3) den bunten Sandstein und New red,
4) den Muschelkalk, in England fehlend,
5) den Keuper, desgl.

---

§. 12.

Die vierte Meer- oder die Juraformation.

Der Character dieser Formation liegt in dem Auftreten eines vierten sehr mächtigen Meergebildes, welches den Keuper bedeckt, aber von der Gaultformation überlagert wird; über ihre Lagerungsbeziehungen im Allgemeinen walten keine Zweifel ob, denn man kann sie fast ununterbrochen durch das ganze östliche und westliche Bassin verfolgen; sie läuft vom südlichen Fuße des Thüringerwaldes durch das südliche Deutschland, die Schweitz, das nördliche Frankreich und ganz England. Im nördlichen Deutschland treten nur mehr isolirte kleine Partien auf, die bildenden Thätigkeiten waren daher mehr nach Süden gerückt.

Diese große, mächtige Formation zerfällt in eine untere und obere Gruppe; jene ist die ältere und zeigt einen sehr unreinen, mit Schlamm und Sand vermengten Meerkalk; diese dagegen bestehet vorzugsweise aus hellem, im tiefen Meere abgesetztem Kalkstein.

I. Untere Gruppe der Juraformation. Diese zerfällt wieder in 2 Abtheilungen, in das Lias- und Doggergebilde; jenes ist das ältere und wird durch bituminöse Mergel ausgezeichnet, dieses, das jüngere wird durch eisenreiche Mergel characterisirt.

1) **Das Liasgebilde.** Der wesentliche Character desselben liegt darin: daß dunkler Mergelkalk und schiefriger Mergel mit Meerespetrefacten als das unterste Glied der Juraformation auftritt.

a) **Grenzgruppe.** Wo bloß die untere Gruppe der Keuperformation vorhanden ist, der Keupermergel, wie in England und längst der Weser, da legt sich auf diesen der dunkle Liasmergel auf und beide erscheinen scharf getrennt, wo aber die jüngern Glieder der Keuperformation ausgebildet sind, wie in Würtemberg, da findet ein ganz allmähliger Uebergang statt; in den obern Keuperschichten tritt der vorhin erwähnte feinkörnige, gelbe, oft mit braunrothen Adern durchzogene, **Buchsandstein** auf, der erst mit bunten Mergeln, dann mit dunkeln Mergeln und Kalksteinen wechsellagert, welche die Petrefacte des Liaskalkes führen. In der Gegend von Mittelbronn im Würtembergschen z. B. liegt dieser Uebergang besonders klar vor Augen. Dieser Buchsandstein ist längst dem Fuße des deutschen Jura verbreitet, man findet ihn bei Nürnberg, Erlangen, Bamberg und sehr entwickelt am Schlosse Phantasie bei Bayreuth, wo er unmittelbar durch Liaskalk bedeckt wird; das feinkörnige Gestein wird durch gelbe Farbe und braungelbe eisenschüßige Streifen ausgezeichnet, doch kommen auch ganz weiße Lagen darin vor; er stehet in mächtigen, oft perpenticular zerspaltenen Bänken an und harte Schichten wechseln mit sehr lockeren, die leicht weggewaschen werden, dann findet man wohl mächtige feste Blöcke in pittoresken Gruppen zusammen gehäuft, wie bei Bayreuth. Die festen Schichten geben treffliche Quadern, die zu den großen Bauten in Bayreuth 2c. verwendet

werden, welche dadurch ein eignes braungelb gestreiftes Ansehn erhalten. Petrefacte finden sich gar nicht in diesem Sandsteine, der manche Analogie hat mit dem zur Kreideformation gehörigen Quadersandstein.

b) Untere Gruppe, Gebilde des Liaskalkes, Calcaire à Gryphites. Vorwaltend erscheint ein meist dunkelgefärbter, mergliger, grober, fester, in starke Bänke getheilter, bituminöser Kalkstein, wechselnd mit schwachen, mergligen, auch wohl sandigen Straten. Dieser sehr zähe Kalk führt viele Reste von Meermollusken, besonders von Gryphaea incurva, Ammonites Bucklandi, Terebratula bidens, Trochus anglicus etc. Auf diese Art kommt dieses Gebilde sehr ausgezeichnet und mächtig bei Stuttgard, auf den sogenannten Fildern, unmittelbar über dem Keuper in bedeutender Entfernung vom Jura vor, so auch bei Vic und Nancy und an vielen Punkten. In England wechseln mit dem dunklen Kalksteine auch hellgefärbte ab, wodurch die Steinbrüche zuweilen ein bandirtes Ansehn erhalten. Weil die Gryphaea incurva von Sowerby, oder Arcuata nach Lam sich so sehr häufig und so allgemein im Lias verbreitet findet, so ist dieser auch wohl Gryphitenkalk genannt worden, welcher Name um so verwerflicher zur Bezeichnung des ganzen Gebildes ist, da früher Voigt den Zechstein des Thüringerwaldes Gryphitenkalk nannte.

c) Obere Gruppe. Gebilde der Liasschiefer (Upper lias, or alum slate, blue marl of Northamptonshire. Es herrscht ein weicher, dünn geschichteter, schiefriger, bituminöser Mergelschiefer, der oft mit dem Tafelschiefer große Aehnlichkeit hat, wechselt mit untergeordneten Kalkstraten, nach oben auch mit Sandstein und Liaskohle (wie bei Amberg in Baiern, Borgloh in Westphalen, Larzac im Departement l'Avegron, Whitby in Schottland ꝛc.); Thonsandstein in der Form von thonigem Sphärosiderit bildet oft ganze Lager, wie bei Rinteln in Westphalen. Dieser Mergel ist sehr reich an Petrefacten; am

häufigsten erscheinen Ammonites bollensis, Nucula ovum, Amphidesma donaciforme und viele Belemniten. Diese dunkeln Mergel bilden gewöhnlich die untere Etage des Jura und zeigen sich im Würtembergischen bis 500′ mächtig.

d) Gebilde des Liassandsteines (marl stone series). Die dem Kalke und besonders dem Mergel untergeordneten Sandsteine erhalten in manchen Gegenden eine so bedeutende Mächtigkeit, daß sie als eigenes Gebilde zu betrachten sind; sie zeigen sich meist gelb und eisenschüssig und haben dann untergeordnete Lager von Kalk und Mergel. Der Baiersche Jura, in der Gegend von Bayreuth, zeigt im Allgemeinen nachstehende Schichtenfolge: Buchsandstein, Liaskalk mit vielen Gryphiten; Liasmergel mit Ammoniten und wenig Belemniten; Liaskalk mit Ammonites annulatus, Liasmergel mit vielen Belemniten, gelber Mergelschiefer, Liassandstein, der sich an das gleich zu erwähnende Doggergebilde anschließt. Ausgezeichnet erscheinen diese Sandsteine auch im nördlichen England, in Yorkshire besonders; dem Keuper folgt hier der Lias (lower lias shale), 500′ stark; dann die sogenannte Marl stone series, bis 150′ stark und die upper lias shale bis 200′ mächtig. Die Marl stone series, reich an Lagern von Sandstein, kann man weit durch England verfolgen; sie führt viele Petrefacte, besonders Gryphaea depressa, Cardium truncatum, Modiola scalprum, Pecten aequivalvis. Der obere Mergelschiefer führt bei Whitby einige Kohlenflötze (ohne pflanzliche Reste) und Straten, die auf Alaun benutzt werden (Alum slate, Alaunschiefer).

Petrefacte des Liasgebildes. Pflanzenreste sind gewiß höchst selten, kaum noch mit Sicherheit nachgewiesen; in Yorkshire kommen nach Phillips Stammstücke von Dicotyledonen Bäumen vor; die Pflanzen, welche von Dechen in der Bearbeitung der Geognosie von de la Beche anführt und meist aus den Alpen sind, stammen wohl nicht aus der Liasformation. Korallen fehlen, vor

den Radiarien erscheinen besonders die Pentakriniten, Annulaten sind selten, Mollusken erscheinen in größter Fülle, vorzugsweise Ammoniten, Gryphiten, Terebrateln und Belemniten, auch viele andere Gattungen, die alle aus dem Meere stammen; von Fischen kommen die Gattungen Dapedion und Amida am häufigsten vor; mit den Liasschiefern kommen auch fast überall Reste von Reptilien vor und zwar solche, die ihrem Baue nach vorzugsweise im Wasser lebten, wie Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Geosaurus, Crocodilus (oder Macrospodylus nach H. v. Meyer); von diesen haben sich auch Excremente erhalten, die zuweilen lagenweise übereinander vorkommen und lehren, wie allmählig diese Gesteine sich gebildet haben.

Darüber kann kein Zweifel seyn, daß der Lias im Meere sich absetzte, aber eben so gewiß ist es auch wohl, daß er nicht das Product eines tiefen Meeres ist, sondern eines flachen, in dem es noch keine Korallenbänke gab; in einem solchen leben auch nur die Reptilien. Das Material, aus dem sich die Liasstraten bildeten, war offenbar vorzugsweise Schlamm, mehr oder weniger Kalk und Sand enthaltend. Unser jetziger Meeresschlamm ist eben so dunkel, bituminös und stinkend als der Lias, erscheint oft so kalkig, daß er bald zu einem ganz Lias ähnlichen Kalksteine erhärtet.

Der Lias überlagert die großen Plateau's von Keuper, der, wie erwähnt, große Gebiete von trocknem Lande darstellte, woraus von selbst folgt, daß mit Ende der Keuperperiode das Meer anstieg und immer höher das trockne Land bedeckte, was wahrscheinlich höchst allmählig geschah. Wenn allerdings der Meeresschlamm zum Theil mechanischen Ursprunges ist, so lehren doch die Liasschichten deutlich, daß doch auch eigene Bildungsprozesse bei diesen schlammigen Absetzen mit wirken müssen, deßhalb schon, weil so mächtige Kalkstraten mit vorkommen, die doch nur durch eine generatio aequivoca entstanden seyn werden; so auch das Eisen und die Kohle; überall verhalten sich die Liasschiefer so gleichmäßig, daß man sie für bloße mechanische Anschwemmungen nicht wird ansprechen können, son-

dern daß sie mehr als das Resultat eines eigenen Bildungsprozesses erscheinen, wie der gegenwärtig sich bildende Schlick, der periodenweise sich in gewissen Strichen absetzt.

Morphologische Umbildungen sind aus diesem Gebilde wenig bekannt; der Gyps, der sich hier zuweilen findet, wird einen solchen Ursprung haben und wohl nicht primitiver Entstehung seyn. Auf den Schottischen Inseln liegen Basalt, Trapp, Dolerit, Porphyr 2c. auf dem Lias, dessen benachbarte Mergelstraten dann als (Lias-) Thon- und Kieselschiefer, auch als Serpentin erscheinen, die sandigen Straten aber als harter Quarzfels, die Kalkstraten als kristallinischer Marmor. Es kann seyn, daß jene pyrotypischen Gesteine aus der Liasformation selbst hervorgegangen sind, daß sich bei einer Art von Gährung aus den Liasmergeln selbst jene Trappmassen erzeugten, wenn aber diese auch aus einer ältern Formation hervorgegangen sind, so ist so viel ganz gewiß, daß bei gewissen Einwirkungen die Liasstraten einen ganz veränderten Character annehmen, ganz der alten Killasformation ähnlich werden; hieraus kann man schließen, daß das alte Thonschiefer- und Grauwackengebirge ursprünglich eine Form hatte, ähnlich dem Liasgebilde und erst später seine jetzige Form angenommen hat. Eine große Analogie zwischen den Thon- und Liasschiefern ist unverkennbar.

Die geographische Verbreitung wollen wir bei dem folgenden Gebilde mit erwähnen.

2) Das Doggergebilde. Das Stratensystem, von dem hier die Rede seyn wird, bezeichnete man bisher als **Under Oolite, Inferior Oolite, Bath Oolite**, in Würtemberg als Eisensandstein; diese von der Eigenschaft gewisser Schichten hergenommenen Namen sind nicht passend, um eine Gruppe von verschiedenen Gesteinen zu bezeichnen; der von uns dafür gewählte Name stammt aus Yorkshire, wo man als Dogger gewisse Flötze bezeichnet, die diesem Gebilde angehören. Der Character des ganzen Gebildes liegt wesentlich darin, daß es unmittelbar den Lias fortsetzt, als dessen obere Abtheilung erscheint, aber als gleichsam verbin-

bendes Glied mit dem Jurakalkgebilde auch schon Flötze von oolitischem Kalk umschließt. Es ist noch das Gebilde eines flachen Meeres, das strichweise so flach war, oder wo die Ablagerungen so stark waren, daß Gegenden theilweise aus dem Meere hervor ragten.

Theils und gewöhnlich zu unterst walten sandig-kalkige, sehr eisenhaltige Straten vor, theils und gewöhnlich in der Mitte Straten von Mergelkalk, theils und nach oben Sandsteine und Schieferthon, die aber nur auf das nördliche England und Norddeutschland beschränkt zu seyn scheinen. Man kann daher unterscheiden:

a) Untere Gruppe; der Doggereisenstein. Eisensandstein in Würtemberg, **Dogger series, Inferior Oolite, Oolite of Sommersetshire.** Vorzugsweise treten eisenhaltige, sandige Kalksteine und kalkige Sandsteine auf, reich an Eisen.
b) Mittlere Gruppe; der Doggerkalk, **Bath Oolite**; es waltet Kalk vor, wechselnd mit Mergel.
c) Obere oder Gruppe der Doggerkohlen; es walten Sandstein und Thon vor, mit untergeordneten Kohlen.

Die Gruppen sind nicht scharf von einander geschieden, bilden ein Ganzes, vertreten sich auch einander. Wir wollen sie nicht einzeln näher characterisiren, sondern zeigen, wie nach den verschiedenen Localitäten die Formation sich modificirt.

Geographische Verbreitung des Lias und Dogger. In Norddeutschland verbreiten sich diese Gebilde in einer weiten Gegend; sie beginnen am Fuße des Harzes, ziehen sich durch die Wesergegenden (das Wesergebirge bildend) bis gegen Osnabrück; sie füllen theils die Vertiefungen der ältern Formation aus, theils erheben sie sich auch in bedeutenden Zügen über die alten Plateau's.

Dem Keuper zunächst liegt der Lias, aber lange nicht so mächtig als im südlichen Deutschland und England; zuweilen wird er so schwach, daß er kaum zu erkennen ist; hier-

auf folgt das mächtige Gebilde von Doggerkalk, welches der dortigen gebirgigen Gegend, besonders längst der Weser, ihren eigenthümlichen Character giebt. Zuerst, von andern Straten oft kaum bedeckt, zeigen sich Lager von eisenreichem Mergelkalke und Kalksandsteine, wechselnd mit Thon; diese zuweilen oolitischen Gesteine führen Petrefacte, die mit denen des Würtembergischen Eisensandsteines übereinkommen (Ammonites capricornus, Belemnites compressus etc.) und sind öfter so reich an Eisen, daß bei Sommenschenburg, Hochstedt ohnweit Bockenen, Orlshausen ꝛc. darauf Bergbau getrieben wird und die Wilhelmshütte liefert daraus jährlich über 4000 Centner Eisen.

Längst der Weser liegt dem Lias zunächst ein mächtiges Gebilde von Doggerkalk, bestehend vorwaltend aus dunklen mergligen, groben, oft bituminösen, zuweilen etwas oolitischen Kalksteinen; mit diesen wechselt ein hellerer Kalk, ein grauer oft kristallischer Dolomit, meist die Gipfel der Berge bildend, Thon, der zuweilen Steinkohlen umschließt und kalkiger Sandstein, zuweilen mit Eisenerzen. Der Dolomit erscheint meist in steilen Felsmassen, wie zwischen Alfeld und Carlshütte, ist theils fest theils locker, sandig und umschließt ausgeschiedene Massen von Cölestin und Schwerspath. Der gewöhnliche Mergelthon tritt nicht selten als ein reiner plastischer Thon mächtig auf, wie bei Duingen, wo er in vielen Fabriken technisch benutzt wird; er führt hier mehrere bekannte Flötze von Steinkohle, auf welche früher auch Bergbau getrieben wurde; bei Weentzen umschließt dieser Thon eine große stockförmige Masse von Gyps, der an einigen Punkten gediegenen Schwefel enthält. Organische Reste fehlen in dem Thone und die erwähnten Kohlen scheinen gar nicht von Pflanzenresten begleitet zu werden. Der mit diesen Straten wechselnde Sandstein ist immer sehr kalkig und oft eisenhaltig; an der porta westphalica bei Minden erscheint er sehr grobkörnig, glimmerreich, kalkig, conglomeratartig, locker, führt auf den Klüften Eisenblüthe (faserigen Kalksinter) und wird von einem groben, oolitischen und dolomitischen Kalke bedeckt, der wieder

mit bituminösem Mergel wechselt. Der erwähnte Sandstein wird links der Weser mächtig, zuweilen der Grauwacke und dem Quarzfels ähnlich und wechsellagert mit dunkelm Mergel.

Dieses Stratensystem von Kalk, Mergel und Sandstein, oft über 700′ mächtig, führt Reste von Seethieren, die mit denen des Englischen **Underoolite** übereinkommen; besonders die Gattungen: **Ammonites, Melania, Terebratula, Gryphaea, Trigonia etc.**; hierauf liegt eine ganz ähnliche, aber noch mächtigere Gruppe von Sandstein und dunkelm Mergel, der meist thonig ist. Der hier vorkommende Sandstein ist nicht kalkig, sondern ein feinkörniger, in starke Bänke geschichteter grauer Thonsandstein, der bedeutende langgezogene Bergrücken bildet; wie an der Fuhregge bei Carlshütte, am Hils, Bückeberg, Osterwald, Deister, Süntel rc. Der Sandstein liegt theils zu unterst (wie an der Fuhregge), theils mitten zwischen dunkelm Mergel, theils bildet er nur schwache Lager in demselben; untergeordnet führt er Brauneisenstein (wahrscheinlich aus thonigem Sphärosiderit entstanden), aus dem auf der Carlshütte etwa 8000 Centner Eisen jährlich geschmolzen werden, anderntheils aber Flötze von Thon und Steinkohlen, die auch außerhalb des Sandsteines an sehr vielen Punkten in dem Mergel vorkommen; hier liegen sie nur meist zu tief, um mit Vortheil gefördert werden zu können. Am Bückeberge, Süntel, Deister und Osterwalde, so wie in der benachbarten Gegend werden sehr viele und treffliche Steinkohlen gewonnen, welche von den Grit- und Psephitkohlen mineralogisch und chemisch nicht verschieden seyn werden. Ohngeachtet dieses verbreiteten und alten Bergbaues hat man nur als große Seltenheit zuweilen einzelne Pflanzenreste gefunden, aber der dunkle Mergelkalk, der bei Obernkirchen mit den Kohlen vorkommt, ist oft ganz mit zweischaaligen Muscheln erfüllt, die zur Gattung **Terebratula** zu gehören scheinen. Manche Kalklager dieses Gebildes sind voll Cerithen (**Muricites strombiformis** und **turbinatus** nach v. Schlottheim). Der Sandstein ist ganz ohne Petrefacte, nur an der Fuhregge

wurden zuweilen große Ammoniten und einige andere Conchylien gefunden.

Alle die hier erwähnten Straten, der Lias, das Kalk- und Sandsteingebilde sind so innig mit einander verbunden, daß sie nur einer Bildungszeit, einer Formation angehören werden; es dürfte daher ein Irrthum seyn, wenn Prof. Hoffmann (in der Uebersicht des nordwestlichen Deutschlands v. J. 1830 pag. 507) die Kalkstraten mit dem Englischen Great Oolite, oder deutschem Jurakalke und das Sandsteingebilde nebst Steinkohlen mit dem Ironsand und Weald clay unter der Kreide gleichstellt. Indem die Straten sich nach dem Untergrunde richten, erscheinen sie oft bogenförmig gekrümmt, welche Lage daher wohl nicht, wie Prof. Hoffmann meint, von fernliegenden Aufrichtungskräften herrühren wird.

Ob in Norddeutschland wirklich ein Aequivalent des süddeutschen Jurakalkes vorkommt, ist noch höchst zweifelhaft; auf jeden Fall würde er dann nur in ganz unbedeutenden Massen auftreten.

Im südlichen Deutschland, von Coburg am Thüringerwalde bis zur Schweitz, bildet der Lias die untere Etage des Jura. Auf den oben erwähnten Liassandstein, oder Liasmergel legt sich ein mehr oder minder mächtiges Stratensystem, welches aus oolitischem Thoneisenstein, wechselnd mit sandigen oder mergligen Lagen, nach oben aus eisenschüssigem oolitischem Thonmergel bestehet, auch wohl durch blauen Thon vertreten wird, der viel Schwefelkies führt. Dieses Gebilde ist reich an eigenthümlichen Petrefacten, die sich meist von denen des Lias unterscheiden, und mehr mit denen des Jurakalkes übereinkommen und denen des Englischen Under Oolite sehr gleichen. Besonders finden sich Ammoniten, Belemniten, Terebrateln und Austern. In Würtemberg bei Wasseralfingen, Aalen, Lauchhein ist diese Gruppe über 100′ mächtig und so reich an Eisen, daß seit alten Zeiten ein wichtiger Bergbau darauf geführt wird; die Hochöfen von Wasseralfingen und Königsbronn, welche diese Erze verschmelzen, liefern jährlich an 80,000 Centner Roheisen. Diesem

Eisenoolit folgt ein oolitischer Kalk und dann heller Jurakalk.

Im Schweitzer und Französischen Jura, im Département de Haute-Saône etc. folgt dem Lias ein schiefriger, oft oolitischer Kalk, mit Straten von oolitischem Thoneisensteine, characterisirt durch Pecten lens, bis 130′ mächtig, bedeckt durch gelben Mergel (die Marnes inferieures); und ähnliche Verhältnisse kann man bis zur Normandie verfolgen, wo gewöhnlich im Hangenden des Lias der Calcaire sableux et Oolite ferugineuse de Florenville etc. der Marl bleu de Lamouille, die Falaises d'Arromanches etc. liegen.

Im südlichen und mittleren England folgen dem Lias: 1) Calcareous sand und inferior Oolite or Bastard freestone, bis 80′ mächtig, ein meist sandiger und oolitischer Kalk, der sich durch Eisengehalt immer von den höher liegenden Ooliten auszeichnet, 2) Bastard fullers' earth, oft über 100′ mächtig, bestehend aus kalkig thonigen Straten, bedeckt mit einer Schicht von Walkerde, blauem und gelbem Thone, worauf dann der sogenannte Great Oolite oder Bath Oolite folgt, welcher dem folgenden Juragebilde angehört. Im nördlichen Theile von England, wie in Yorkshire folgen dem Lias: 1) Ferrugineous beds oder Dogger series, meist 60′ mächtig, ein kalkiger, eisenschüßiger Sandstein (Dogger oder Moorstone genannt), mit Lagern von Sand und Kalk und vielen Resten von Meermollusken, als Cardium, Trigonia, Nucula, Modiola, Terebratula, Ammonites und viele andern. 2) Lower sandstone shale and Coal, bis 500′ mächtig, meist aber viel schwächer, zuweilen auch ganz fehlend, Schiefer und Sandstein herrschen und wechsellagern, untergeordnet erscheint Steinkohle, die in dem Moorelands District bei Maybecks und an andern Punkten gewonnen wird; auch eisenschüssige Straten kommen vor; Meerconchylien finden sich nicht, aber viele Reste von Pflanzen; in einem untern Lager zeigen sich meist Cycadeen, in einem obern Equisetaceen die alle aufrecht in einem kalkigen

Sandstein stehen und von Sandstein bedeckt werden; wir kennen von hier die Gattungen: **Cycadites, Pecopteris, Neuropteris, Sphaenopteris, Lycopodites, Equisetum** und andere. 3) **Impure lime stone**, ein sehr unreiner, sandiger oder thoniger Kalkstein; dieser tritt mehr südlich als ein ziemlich reiner, oolitischer oder schiefriger Kalk auf und wird für das Aequivalent des Bath- oder **Great Oolite** gehalten; er ist bis 30′ mächtig und führt viele Meermollusken, als **Cucullaea, Terebratula, Gervilia etc.** 4) **Upper sandstone shale and Coal**, bis 200′ mächtig; es herrscht ein Sandstein, oft sehr eisenschüssig, wechselt mit Schiefern und einigen Kohlenstraten; dieses Stratensystem gleicht dem sub 2 erwähnten, führt auch dieselben Pflanzenreste; darauf folgt ein unbedeutendes nur wenige Fuß mächtiges Lager von Kalkstein, der theils unrein, theils oolitisch und schiefrig ist; er umschließt Meermollusken, Terebrateln, Trigonien ꝛc. und wird für das Aequivalent von Cornbrash gehalten, der dem folgenden Gebilde angehört.

II. **Obere Gruppe der Juraformation, das Jurakalkgebilde**, oder der **Coralline Oolite**. Ueber dem Lias und Dogger erhebt sich die obere Gebirgsetage mit steilen Felsen von hellem Kalksteine, der oft gewaltige Korallenriffe umschließt und offenbar als das Product eines tiefen Meeres erscheint, da er auch fast bloß Reste von Meerthieren enthält. Schon im deutschen Jura wechseln mit dem dichten Kalke auch merglige Straten; im weitern Laufe des Gebirges durch die Schweitz und Frankreich werden solche Mergelstraten viel mächtiger und noch mehr ist dieß der Fall in England, wo die Mergelstraten fast vorwaltend werden, so daß der Kalkstein, der dann auch meist eine oolitische Form annimmt, oft mehr nur in untergeordneten Straten erscheint.

Im nördlichen Deutschland fehlt dieses Gebilde wahrscheinlich ganz, trägt wenigstens gar nicht den Character als in den südlichern Gegenden, denn auf das Vorkommen einiger

Petrefacte, die sonst den Jurakalk auszeichnen, kann wenig Gewicht gelegt werden; aber von Coburg, am Fuße des Thüringerwaldes, durch das südliche Deutschland, die Schweitz, das mittlere Frankreich und England, läuft fast ununterbrochen ein Gebirgszug, der geognostisch das Juragebirge bildet, welches da, wo die reinern Kalksteine vorherrschen, einen viel imposantern Character trägt, als da, wo mehr die Mergel vorherrschen; auf jeden Fall ist dieses Gebirge gleichzeitig und gleichartig gebildet.

Im deutschen Jura herrscht nach unten ein heller, geschichteter, nur in einzelnen Straten etwas oolitischer Kalkstein, die Hauptmasse des Gebirges bildend, wechselnd mit dünnen, zuweilen dunklen Mergelstraten, reich an Ammonites planulatus, Belemnites hastatus und Tellinites problematicus. Höher, in der mittlern Gruppe herrscht ein dichter, meist ungeschichteter Kalkstein voller Korallenriffe (wie bei Nattheim ꝛc.), voller Spalten und Höhlen (meist reich an Knochen), groteske Felsen bildend, frei von Ooliten; in großen Partien, besonders nach oben, in kristallinischen Dolomit umgebildet, der massenweise wieder seinen Zusammenhalt verloren hat und als kristallinischer Kalksand erscheint. In einem gewissen Striche, in Würtemberg, zeigt sich als oberste Gruppe, durch Uebergänge mit der vorigen innigst verbunden, ein sehr feiner, dichter, deutlich geschichteter Kalk, der Platten und Schiefer liefert, die zur Lithographie dienen; der Schiefer von Sohlenhofen, oder lithographische Stein, sehr reich an den vielfachsten Petrefacten, besonders an Krustern (37 Arten), Fischen (32 Arten), Sepien, Ammoniten, Stelleriden, Reptilien und Insecten. Zuweilen kommen mitten im Jurakalke dünne Straten mit Bohnerz vor.

Im Schweitzer Jura herrscht in der untern Gruppe bis 1000′ mächtig ein schmutzig, graugelber, oolitischer Kalkstein (Oolite subcompacte), wechselnd mit dichtem Kalke, in der mittlern ein schiefriger Mergel, wechselnd mit Kalk und sandigem Kalksteine (Terrain de Chaillies), in der obern, ein gelblich-weißer muscheliger Kalk, mächtige Bänke

und steile Felswände bildend, mit untergeordnetem weißem Oolit und Mergel, häufig die Gattungen Nerina und Astarte umschließend.

Im östlichen Frankreich, im Département de Haute-Saône und der benachbarten Gegend, erscheinen schon mehr Mergelstraten; man unterscheidet hier:

a) Untere Gruppe. Dem Dogger folgen ein oolitischer Kalk bis 70′ mächtig, ein schieferiger Kalk 25′, der Calcaire avec fer oxydé rouge, ein dichter, schieferiger, auch wohl oolitischer Kalk mit höhlenartigen Räumen, die oft rothes Eisenoxyd enthalten, meist 90′, bedeckt durch einen ähnlichen oolitischen Kalk, dem Troisiéme calcaire oolitique.

b) Mittlere Gruppe. Auf thonigen Kalk folgt, 100′ mächtig, der Marne mogen, oder deuxiéme minerai de fer oolitique, bläuliger Mergel, wechselnd mit Kalk und oolitischem Thoneisensteine; dann über 300′ mächtig der Calcaire à Nerinées et argile à Madrepores avec Chailles, nach unten oolitischer Kalk und Mergel, nach oben ein ockriger Thon mit quarzigen Concretionen (Chailles), Madreporen und andern Petrefacten.

c) Obere Gruppe. Dichter Kalk (Calcaire à Astarte), Mergel und Mergelkalk, bis 130′ mächtig, Oolitkalk und Mergel, 80′ mächtig, bedeckt durch den argile avec minerai de fer pisiforme, zur folgenden Formation gehörig.

Im nördlichen und westlichen Frankreich werden die Mergellager noch häufiger und mächtiger, setzen aber wohl nicht regelmäßig auf weite Strecken fort. Im Allgemeinen zeigt sich ohngefähr folgende Ordnung:

a) Untere Gruppe. Auf blauen kalkigen Thon (analog der earth Fullers) und groben eisenschüßigen Kalk, reich an Ostrea acuminata und Terebratula media, folgt bei Luzy, Ballon rc. dichter, oolitischer Kalk und der Baustein von Cean (dem Great Oolite analog), bedeckt durch kalkige Mergel, die Marnes blanches mit Gryphaea lithuola und die Oo-

lithes und Calcaires sableux, in denen ein grober oolitischer Kalk mit Thon wechselt; oder es folgen sich feinkörniger Kalk (Calcaire de Caen), weißer Oolit, Sand und Thon voller Polypen (Calcaire à Polypiers), Kalk mit Sand und Thon (Calcaire de Valogne und Calcaire d'Alencon).

b) Mittlere und mächtigste Gruppe. Kalk, reich an Korallen, blauer Mergel, zuweilen mit einigen Pflanzenresten, bedeckt durch Oolite, über welchen wieder Thon und Kalk reich an Polypen liegt, welchselnd mit blauem Kalke und Sande (Marnes argilleuses de Dives, Belval et Mammers), darauf folgt der Oolite superieure de Mammers, Mortagne, Lisieux etc., der Calcaire de Blagny etc. und der Calcaire coralline mit Gryphaea virgula.

c) Obere Gruppe. Es herrscht thoniger, meist blauer Mergel, die Marnes de Honfleur und hauriennes (von Havre), wechselnd mit mergligem Kalke, voll Ostrea deltoidea, auch Reptilien; häufig bei Dives, Honfleur, Havre rc., zunächst unter der Kreide.

Im südlichen und mittlern England treten zwei mächtige Thonlager auf, der Oxford und Kimmeridge clay, zwischen welchen Kalkstraten liegen.

a) Untere Gruppe, etwa 300′ mächtig; der erwähnten Fullers earth folgen: heller Kalk, dessen dünnere Straten große Oolitkörner führen, bis 130′ mächtig (Great Oolite, oder Bath Oolite); blauer Mergelthon, 60′ mächtig (Bradforth clay), thoniger oft oolitischer Kalk (Forestmarble, Boadstone of Brandsby), zu dem auch der, an organischen Resten reiche Schiefer von Stonesfield gehören wird und dann unreiner, mit Thon wechselnder, zuweilen oolitischer Kalk (Cornbrash), ausgezeichnet durch Ammonites Herveji, Cardium citrinoideum, Clypeus orbicularis etc.

b) Mittlere Gruppe, oder das Gebilde des Jurakorallit, durch Korallenbänke characterisirt. Nach unten herrscht,

große Plateau's bildend, 300—700′ mächtig, der Oxford oder Clunch clay, ein zäher blauer Thon, reich an Gryphaea dilatata und Ostrea palmetta, bald mehr kalkig, bald mehr bituminös, mit untergeordneten Straten von braunem, sandigem Kalke (Kellowaysrock), characterisirt durch Ammonites callowiensis und harte, marmorartige Concretionen (Septaria oder Turtlestone), die zu schönen Platten verarbeitet werden; höher liegen: kalkiger brauner Sandstein (Calcareous grit) und lockerer, sandiger, zum Theil oolitischer Kalk mit vielen Korallenriffen, Coralray, Coralline Oolite oder Oxford Oolite, bis 150′ mächtig, häufig auch den Ammonites perarmatus, Clypeus clunicularis, Mya literata etc. umschließend, bedeckt meist durch einen kalkigen Sand, zuweilen Glaukonitkörner führend (Upper calcareous grit und Kimmeridge sandstone).

e) Obere Gruppe; hier beginnt wieder eine, zuweilen bis 700′ mächtige Masse von blauem Thone (Kimmeridge oder Oactree clay) mit Gryphaea virgula, Ostrea deltoidea, auch Resten von Reptilien, zuweilen sehr bituminös; untergeordnet finden sich Straten von Kohle (Kimmeridge-coal), von Sand (Kimmeridge-sand) zuweilen bis 80′ mächtig, Glaukonitkörner umschließend, auch von Kalkstein (Weimouth beds). Nach oben herrscht ein mergliger, feinkörniger, oft sandiger Kalkstein (Portland Oolite), über 100′ mächtig, ausgezeichnet durch Pecten lamellosus.

Im nördlichen England, in Yorkshire, lassen sich unterscheiden:

a) Untere Gruppe (dem erwähnten Upper sandstone folgend). Unreiner Kalk (dem Cornbrash ähnlich) und eisenschüßiger thoniger Sandstein (Kellowaysrock) etwa 40′ mächtig, reich an Meermollusken, als Ammonites calloviensis, Gryphaea dilatata und vielen andern.

b) Mittlere Gruppe. Graues thoniges Gestein, dem Oxford clay ähnlich, auch mit ähnlichen Petrefacten, 150′

mächtig; darauf liegen kalkiger Sandstein (lower calcareous grit), 80′ mächtig, mit den Gattungen Pinno, Gryphaea, Ammonites etc.; Kalk mit Korallenbänken, auch Echiniten, Plagiostomen ꝛc., zuweilen oolitisch (Coralline Oolite), 60′ mächtig und kalkiger Sandstein (Upper calcareous grit), 60′ mächtig, mit vielen Meermolluskן.

c) Obere Gruppe: ein blauer Thon, mit wenigen Petrefacten (Kimmeridge clay), an 150′ stark.

Weiter nördlich in Schottland scheint wie in Norddeutschland der Jurakalk ganz zu fehlen, ob wohl der Lias vorkommt; auch hat man hieher gehörige Gesteine noch nicht in dem benachbarten Irrland aufgefunden. In den Alpen, Apenninen und allen Gebirgen, die das Mittelländische Meer umgeben, zeigen sich andere Lagerungsverhältnisse, als im Jura und die dasigen, wenn auch oft ähnlichen Straten, werden einer andern, jüngern Formation angehören.

Ueber die unendliche Menge von Petrefacten, die aus der Juraformation bereits bekannt geworden sind, haben Alex. Brogniart und H. de la Beche in ihren Handbüchern über Geognosie ausführliche Listen gegeben, auf welche wir Bezug nehmen wollen. Reste von Landorganismen kommen höchst selten, nur unter besondern Verhältnissen vor; Seethiere sind überall und in unermeßlicher Anzahl verbreitet; Knochen von Säugethieren zeigen sich hier zuerst, denn in den Schiefern von Stonesfield, die zu den ältesten Gliedern des Jurakalkes gehören werden, findet man Knochen der Gattung Didelphis, die nur ihre Analogie in den jetzigen Beutelthieren hat; diese konnten ohnmöglich im Meere leben, sondern nur auf benachbartem festem Lande, von dem ihre Knochen in das Meer kamen; wo aber diese eine Gattung von Säugethieren lebte, da existirten auch gewiß noch andere, daher wird es wahrscheinlich, daß schon zur Zeit des New red sandstone das trockene Land mit verschiedenartigen Säugethieren bevölkert gewesen seyn wird.

Reste von Reptilien, so häufig im Lias, finden sich auch

in den obersten Straten des Jurakalkes; Fische, die aller Wahrscheinlichkeit nach in großer Fülle das damalige Meer belebten, auch im Lias nicht selten vorkommen, erscheinen selten im Jurakalke, wohl darum, weil dessen Absatz nicht günstig zur Erhaltung ihrer Reste war. Das, kalkige Gehäuse der Molusken und Radiarien erhielt sich am leichtesten. Korallen treten in mächtigen Bänken überall auf, besonders die Gattungen Achilleum, Alecto, Astrea, Caryophillea, Cellepora, Fungia, Spongia etc., die auch noch jetzo vorzugsweise Korallenbänke darstellen. Immer liegen die Korallenbänke in dem obern Theile des Jurakalkes, wurden daher in einem tiefen Meere gebildet; sie sind meist 60 — 100′ mächtig und stehen gewöhnlich unbedeckt zu Tage; sie zeigen sich auf ganz analoge Art als unsere Korallenbänke und das Verhalten der letzteren zu dem sich bildenden dichten Kalksteine, welches wir nicht zu beobachten vermögen, wird man am besten in der Juraformation ermitteln können.

Besonders reich ist der Sohlenhoferschiefer an vielen und verschiedenen Petrefacten; außer Molusken führt er viele Reptilien, Kruster, Fische, auch Libellen, Insecten und Heuschrecken; er wird sich daher unter so flachem Meere abgesetzt haben, daß temporär wenigstens die Oberfläche trockenes Land war, die denn wieder vom Meere bespült wurde; auch bildet er die oberste Lage des Jurakalkes; das ähnliche Phänomen, daß Kalk- und Koralleninseln über das Niveau des Meeres heraufwachsen und, indem sie sich immer noch erhöhen, von hohen Fluthen bespült werden, finden wir auch häufig in unsern südlichen Meeren. Eine ähnliche, aber tiefer liegende Bildung ist der Schiefer von Stonesfield, der auch Pflanzenreste enthält, als Cycadeen, Coniferen, Liliaceen und Algen, daher wohl zu längern Zeiten trockenes Land war. Auch in einer Schicht der mittlern Gruppe des Jurakalkes, bei Mammers in Frankreich, kommen Pflanzenreste vor aus den Gattungen Pecopteris, Zamites, Mamillaria etc. die auch wohl bei einem temporairen Hervortreten der Gegend als festes Land erzeugt wurden.

Die Mächtigkeit der Juraformation beträgt 1000 — 2000′; das allgemeine ursprüngliche Niveau derselben mag zu 1000 — 2000′ über dem jetzigen Meeres-Niveau durchschnittlich anzunehmen seyn; an einzelnen Punkten steigt es, in der Schwäbischen Alp bis 3,300′, im Französischen Jura an der Dole bis 5,170′; aber diese isolirten höchsten Punkte stehen wahrscheinlich mit localen Emporhebungen in Verbindung.

Der Lias überlagert so regelmäßig und allgemein die das alte feste Land darstellenden Plateau's von Keuper, der Dogger bedeckt so regelmäßig den Lias und der Jurakalk wieder den Dogger, daß ganz ohne Zweifel das Meer in dieser Bildungszeit sehr angeschwollen seyn muß, eine Höhe erreichte, die circa 2000′ das jetzige Niveau überstieg, da nur unter dem Meere die Juraformation gebildet seyn kann. Wer annehmen wollte: daß unsere Formation in einem viel tiefern Niveau gebildet und später über eine Spalte aufgetrieben sey, der behauptet eine Hypothese, die so ganz ununterstützt dastehen möchte, daß jeder, wer den Jura gesehen hat, sie für nichtig und werthlos ansprechen möchte. Wir finden innerhalb der Juraformation Basalte und dolomitisirte kristallinische Massen; hier und auf andere Weise werden einzelne Gebirgstheile Hebungen erlitten haben und die außerordentliche Erhebung einzelner Gegenden über das allgemeine Niveau wird durch solche Verhältnisse bedingt seyn, aber der Gebirgszug im Allgemeinen erscheint auf keinen Fall als das Resultat einer Erhebung aus der Tiefe; das Kalkgebirge steigt so steil an, nicht weil es in die Höhe geschoben ist, sondern weil es in dem Wesen des Meerkalkes liegt, sich in steilen Massen zu bilden. Da der Jura an seinem Fuße durch ein tief liegendes Landgebilde begleitet und bedeckt wird, so folgt: daß das Meer hoch anstieg und dann wieder tief abfiel, welche Bewegung aber gewiß ganz unendlich langsam, wahrscheinlich in einem Zeitraume von mehr als 10,000 Jahren geschah. Das ansteigende Meer setzte zuerst vorzugsweise schlammige Massen ab, unsern Lias; dann mehrten sich die sandigen Absätze in der Bildungszeit des Dogger und wie aus dem flachern

Meere nun ein tiefes geworden war, bildete sich reinerer Kalk, da entwickelten sich überall Korallenriffe. Daß diese es nicht sind, welche allein Gebirge im Meere bilden, sondern daß das Meer seine Kalkgebirge durch spontane Zeugung bildet, auf analoge Art als das Thier sein kalkiges Gehäuse, der Zoophyt seinen Korallenstock, davon überzeugt sich gewiß wohl Jeder, der auf dem jetzo trocknen Grunde des Jurameeres herumwandelt, wo man recht wohl die Ausdehnung der alten Korallenriffe, der alten Muschelbänke *rc.* übersehen kann; wer wollte hier behaupten, daß aller Kalk von Organismen herrührte? hier, bei unmittelbarer Betrachtung der Natur selbst, wird man gezwungen, anzunehmen: daß der Kalk sich durch eine generatio aequivoca aus dem Meerwasser erzeugt hat.

Nirgends finden wir, daß der Lias mit Conglomeraten beginnt; der Keuper gehet durch vermittelnde Schichten so allmählig in ihn über, daß der neue Meereseinbruch ganz ohne alle convulsivische Bewegung statt gehabt haben wird, das Meer daher gewiß mit ganz unendlicher Langsamkeit anstieg. Deßhalb konnten auch recht gut Gegenden temporär vom Meere frei seyn, sich mit Landpflanzen bedecken und dann wieder von den allmählig höher steigenden Meere bedeckt werden. Es kann auch seyn, ja es ist selbst wahrscheinlich, daß das Ansteigen des Meeres oscillatorisch war, daß auch temporaire abfallende Perioden eintraten und so große Striche von Meeresgrund temporär wieder zu festem Lande wurden.

Es ist höchst merkwürdig, daß das tiefe Meer der Jurazeit seine Gebilde nur in einem gewissen Striche absetzte, der durch das südliche Deutschland, Mittelfrankreich und England läuft; es kann seyn, daß in dieser Linie das Meer am höchsten stand; auf jeden Fall sehen wir aber hieraus, daß das Meer nicht überall gleichmäßig wirkt, sondern die bildenden Kräfte nur auf gewisse Strecken thätig erscheinen, während an den andern Punkten nichts hervorgebracht wird. So finden wir es auch in dem heutigen Meere; dieses setzt nicht eine gleichmäßige Schaale ab, nur strichweise erzeugen und häufen sich Kalk, Schlamm oder Sand an, während in andern Ge-

genden der Meeresboden gar keine Veränderung erleidet; ja, wir haben Grund anzunehmen: daß manche Striche mehrmals lange Zeit Meeresgrund waren, ohne daß sie dadurch eine bedeutende Veränderung erlitten haben oder erhöhet wurden.

Der so weit verbreitete, oft so mächtige Lias, characterisirt sich immer durch seine dunkle Färbung, die offenbar von Kohle herrührt; diese erscheint zuweilen so reichlich, daß die Liasschiefer abfärben und schreiben, auch selbst als schwarze Kreide benutzt werden, wie bei Essen im Osnabrückschen, bei Oster-Cappeln in Westphalen; dieser Gehalt an Kohle kann wohl nicht von Pflanzen abgeleitet werden, denn von diesen kommen doch nur wenige Spuren vor, noch weniger aber von Thieren, denn der Jurakalk, der ähnliche Muschelbänke umschließt, ist ganz weiß. Am unthunlichsten ist es, wenn man etwa an aufsteigende Kohlensäure denken wollte, da überall der Lias sich so sehr gleichförmig verhält; es wird daher am natürlichsten und einfachsten seyn, anzunehmen: daß die Kohle sich wie der Kalk durch spontane Erzeugung entwickelte. In dem Lias, in dem Dogger, selbst in manchen Juramergeln, finden sich auch Straten von reiner Kohle, der alten Steinkohle ganz ähnlich; ihren Lagerungsverhältnissen nach wurde sie, wie in Westphalen, unter einem flachen Meere gebildet, oder wie an einigen Punkten in Yorkshire in Mooren, die temporär vom Meere frei waren. Wir sehen daher hier wieder, daß sich auch unter dem Meere Kohlen bilden können; daß diese Kohle aus zufällig zusammengehäuften Vegetabilien entstanden sey, wird durch keine Thatsache unterstützt, sie wird daher so gut spontaner Erzeugung seyn als die Kohle, welche den Lias färbt.

Das Eisen ist durch die ganze Formation verbreitet; der Lias führt sehr häufig thonige Sphärosiderite, der Dogger wird fast überall durch oft oolitisches Kalkeisen ausgezeichnet und die Juramergel umschließen besonders in Frankreich und der Schweitz viele Flötze von Bohnerzen. Große Bohnerzlager finden sich auch in der folgenden Wealdformation und werden sich hier zum Theil erzeugt haben, zum Theil mögen sie auch aus dem Jurakalke herrühren. Die Eisenproduction

aus dem Dogger in Westphalen und Würtemberg wurde schon vorher erwähnt; in Baiern liefert der Hochofen Eichstedt an 15,000 Centner Eisen aus Bohnerzen, die auch noch in einigen andern Hütten benutzt werden; in der Schweitz verschmelzen die Hochöfen von Belles Fontainis bei Pruntrut, Kluß bei Solothurn und Schaafhausen nur Bohnerze. In Frankreich produciren gegenwärtig 537 Hochöfen circa 1,800,000 Centner Eisen, welches zum allergrößten Theil aus der Juraformation und aus Bohnerzen gewonnen wird; die 37 Hochöfen des Département Haute-Saône, die 230,000 Centner Eisen liefern, die 60 Hochöfen des Département Haute-Marne, die über 300,000 Centner liefern, die 40 Hochöfen des Département Côte-d'Or, die 200,000 Centner geben, verarbeiten nur Eisensteine der Juraformation und Bohnerze. Während der Norden seine Erze fast allein aus der alten Killasformation, England die seinigen aus der Zechstein- und Nebraformation ziehet, gewinnt sie das mehr südliche Frankreich vorzugsweise aus der noch jüngern Juraformation. Immer zeigt das Kalkeisen die Tendenz, rundliche Formen darzustellen, die wir von bedeutender Größe in den thonigen Sphärosideriten, in mittlerer Größe in den Bohnerzen und als kleine Körner in den Eisenooliten wieder finden. Das Eisen ist mit Kalk immer so innig verbunden, daß beide Körper nur gleichartig entstanden seyn können; wer die Eisensteinlager der Juraformation näher kennt, wird wohl nicht auf den Gedanken kommen, daß hier etwa zufällig Eisenerze aus ältern Formationen zusammengeschwemmt wären, daß das Eisen aus dem Thier- oder Pflanzenreiche stamme, oder daß es auf sonst eine zufällige Art hier als etwas fremdes abgesetzt sey; man wird im Gegentheile gezwungen, eine spontane Erzeugung des Eisenkalksteines anzunehmen, die strichweise unter gewissen Verhältnissen statt fand.

Mit dem Kalke ist häufig Bittererde (Magnesia) verbunden, wodurch Dolomite gebildet werden, die gewöhnlich nach oben vorkommen und über reinen Kalkstraten liegen. Nirgends ist zur Zeit wohl eine bestimmte Thatsache ermittelt,

16*

die es wahrscheinlich machte, daß die Bittererde erst später durch Sublimation in die Höhe getreten sey.

Wie nun der Kalkeisenstein immer die Tendenz zeigt, rundliche Formen anzunehmen, so hat der Magnesiakalk eine besondere Tendenz, kristallinische Formen darzustellen, während der reine kohlensaure Kalk oder Kieselkalk fast nie kristallinisch erscheint. Offenbar ist der Dolomit, wie der Kalk und Mergel ursprünglich als schleimige Masse gebildet und dann verhärtet, wie wir ihn häufig noch finden. Durch ein uns noch unbekanntes agens wurde strich- und stratenweise die Tendenz zum Ausblühen in Kristalle erweckt, dann zogen sich die feinzertheilten Theilchen von Bitterkalk zusammen, kristallisirten und es entstanden zugleich kleine Höhlungen, die eben mit jenen Kristallen ausgekleidet wurden. Das ganze Stratum litt hierbei eine wesentliche Veränderung; bei den meisten Theilchen fand eine, wenn auch sehr kleine locomotorische Bewegung statt, alle Schichtungsverhältnisse gingen daher verloren und auch die organischen Reste wurden in diese chemische Umbildung mit verwickelt, daher die organischen Formen meist verschwunden oder verwischt sind. Gerieth eine Schicht in eine solche chemische Thätigkeit, wurde kristallinisch, so ist es wahrscheinlich, daß sie hierbei im Verhältniß ihrer Dicke aufschwoll und aufliegende Straten selbst etwas erhob; manche lokale Hebungen können vielleicht auf solch eine Art entstanden seyn. Solche kristallinische Massen haben häufig, z. B. auch in der Gegend von Muggendorf, ihren ganzen Zusammenhalt strichweise verloren, werden Sand genannt und als solcher sehr häufig angewendet; solcher Sand liegt oft perpentikulär, gleichsam gangartig zwischen sehr festen Gesteinen und durch dessen Förderung entstehen Spalten, die vielen Höhlen des Jurakalkes nicht unähnlich sind; es kann daher wohl seyn, daß manche dieser Höhlen durch allmählige Auswaschung solcher sandigen Massen entstanden seyn können.

---

§. 13.

Die vierte Land- oder Wealdformation.

Dieser nicht wohlgewählte Name hat sich von England aus schon über Frankreich und Deutschland verbreitet und ist davon hergenommen, daß ein bedeutendes Glied dieser Formation in dem Walde (Weald) von Kent und Sussex vorwaltend auftritt; er wurde deßhalb vorläufig angenommen, aber es dürfte wünschenswerth seyn, ihn bald mit einem bessern zu vertauschen; dieß wird sich von selbst finden, wenn es sich bestätiget: daß die Schweitzer Molasse dieser Formation angehört. Sie ist überhaupt noch wenig gekannt, da man erst neuerlichst sie kennen lernte, wird sich aber von dem höchsten geognostischen Interesse darstellen, wenn man sich erst überzeugt, daß dieses Stratensystem als vermittelndes Glied zwischen dem Jura und den Alpen, überhaupt aber zwischen den nord- und südeuropäischen Gebirgssystemen erscheint.

Das Wesen dieser Formation bestehet in dem Auftreten eines Stratensystemes, Reste von Landorganismen umschließend, daher auf trocknem Lande gebildet, welches einestheils den Jurakalk bedeckt, anderntheils von der Kreide (und dem Alpenkalkgebilde) überlagert wird; indem es zwischen zwei viel höhern Formationen von Meerkalk liegt, folgt von selbst, daß in dessen Bildungszeit das Jurameer sehr abgefallen war, ehe das Kreidemeer wieder anzusteigen begann. Das Resultat dieses Meerabfalles fixirt die Wealdformation, welche, wie jede ähnliche Formation, in ihren untersten und obersten Gliedern, unmittelbar in die Meerformation übergehet. Wie jede Landformation, so bestehet auch diese aus Sandstein und Mergelthon, die hier aber weniger verhärtet sind, als in den ältern Sandsteinformationen.

A. In England folgen dem vorher erwähnten Portland Oolite: das **Dirtbed**, ein Stratum von schwarzer kohliger Erde, reich an Stämmen von Nadelhölzern und Cicadoideen, oft im verkiesten Zustande, die theils liegen, theils aufrecht stehen, mit ihren Wurzeln noch in der Erde haftend

und mit ihrem obersten Theile zuweilen in den aufliegenden Süßwasserkalk hineinragen; dieses Flötz, welches ganz offenbar auf festem Lande gebildet wurde, ist in England sehr verbreitet, vorzüglich bei Weymouth in Oxfordshire ꝛc. Darauf liegt der **Purbeck limestone**, ein geschichteter harter Süßwasserkalk, wechselnd mit Mergel, viele Süßwasser- und einige See-Conchylien umschließend, der auch in Sussex auf der Insel Purbeck ꝛc. vorkommt; der **Hastingssand**, oder **lower ferrugineous sand** nach Webster (**Ironsand** nach Conybeare) ein oft über 500′ mächtiger, lockerer, zuweilen grobkörniger Sandstein, meist sehr eisenschüßig, mit untergeordneten Thonstraten, Eisenocker, kohligen und kalkigen Straten; in Sussex herrschen nach unten meist thonige Mergel vor, so daß dieser Sandstein viel Aehnlichkeit mit der Schweitzermolasse bekommt; die sandigen Straten enthalten Pflanzen (die Gattungen Sphaenopteris, Longopteris, Clathraria), die kalkigen aber Landmollusken, als Paludina, Cyrena, Cyclas, kleine Kruster (Cypris faba) und Reste von Säugethieren; — die **Tilgate beds**, bestehend aus kalkigen Sandsteinen und Trippel (einer bräunlichen höchst feinerdigen Kieselmasse, der Beschreibung nach dem Trippel von Bodenmöhr in Baiern sehr ähnlich), mit Süßwasser-Conchylien, versteinertem Holze (Endogenites erosus, dem Staarsteine aus dem Todtliegenden ganz ähnlich), auch Resten von Schildkröten und Reptilien (zur Gattung Iguanodon gehörig), dann der **Wealdclay** (Oactree clay nach Smith, Gault nach Fitton), ein oft über 300′ mächtiger, meist dunkelgefärbter Mergel oder Thon, häufig sandig mit untergeordneten Kalkstraten voll Süßwasser-Organismen, Vivipara fluviorum, Cypris faba etc. (unter dem Namen **Pethworth marble** bekannt). Hierauf folgt ein mineralogisch ganz ähnliches Stratensystem aus oft grünlichem Sande und Mergel, der **Shanklinsand** und **Gault** ohne festen Abschnitt, nur durch die Meermollusken verschieden, die sich hier finden und die großentheils dieselben sind, welche die aufliegende Kreide umschließt.

Die ganze Mächtigkeit der Wealdformation beträgt oft

mehr als 1000'; vorwaltend erscheint immer ein Mergelsandstein, bald mehr sandig, bald mehr thonig und allgemein ist man darüber einig, daß dieß zwischen dem Jura- und Kreidekalke liegende Gebilde nur auf festem Lande entstanden seyn könne.

B. In Frankreich hat man diese Formation verbreitet gefunden, nachdem man neuerlichst auf sie aufmerksam wurde; längst der Küste, England gegenüber, ziehet sich besonders durch das Boulonnais ein kohliges Flötz, ganz dem Dirt-bed ähnlich; in der Normandie hat man eine Menge thonige, sandige, bituminöse und ochrige Lager kennen gelernt, die zwischen Jurakalk und Kreide liegen, wie die thonigen Lager von Saveignies (Dép. de l'Oise), von Forge (Dép. de Seine-Inférieure), die Kohlenstraten von Beauvais (Wealdkohle), begleitet von bituminösem Thone, reich an Longopteris Mantelli. Längst den Alpen und Pyrenäen erscheinen unter der Flyschformation thonig kalkige Straten mit Süßwasser-Conchylien, wie bei Angoulême, Grasse etc. Auf der Insel Aix und an der Mündung der Charente liegen Mergel mit verkieseltem Holze und kleinen Bernsteinstücken, die schon Alex. Brogniart als Aequivalente der Wealdformation angesprochen hat. Das südliche Frankreich ist mit molasseartigen Sandsteinen erfüllt, die wir bei den tertiairen Gebilden erwähnen werden; aber es könnte wohl seyn, daß manche derselben hieher gehörten.

C. Deutschland. An dem ganzen östlichen Fuße des deutschen Jura, in der Linie von Creussen, Amberg, Bodenmöhr und Regensburg, herrscht ein mächtiges Stratensystem, welches mit der Englischen Wealdformation sehr übereinkommt, das Bassin erfüllend, zwischen dem Jura und Böhmisch-Baierschen Waldgebirge. Es überlagert den Granit und die Juraformation und wird an mehreren Punkten, wie bei Bodenmöhr von harter Kreide überlagert, characterisirt durch Gryphaea spirata. Die Formation hat hier eine zwar nicht bekannte, aber gewiß sehr bedeutende Mächtigkeit, denn die Gegend ist sehr bergig und hat 1000 — 1500' Meereshöhe. Im Allgemeinen herrscht ein lockerer, grauer, oft durch Eisen ge-

färbter Sandstein, den große Massen von Thon begleiten; der Eisengehalt sondirt sich oft als Ocher, Röthel und Farbenerde, auch als geodenförmiges thoniges Eisenoxyd aus; letzteres wird an mehreren Punkten bei Amberg und Bodenmöhr gewonnen und zum Theil in Verbindung mit Bohnerzen zu Gute gemacht; der Hochofen von Bodenmöhr liefert circa 16,000 Centner Eisen aus dieser Formation und ein bedeutend größeres Erzeugniß liefern die andern Hoch- und Blauöfen der Gegend. Der Thon wird oft auch bituminös und umschließt Kohlen (Wealdkohlen), wie bei Wackersdorf ohnweit Schwandorf, die mehr das Ansehn von Braun- als Steinkohlen haben. Nach oben gehet der Sand öfter, wie bei Amberg, Bodenmöhr ꝛc., in eine feine Kieselmasse, in wahren Trippel über (den schon v. Gumppenberg in v. Moll's Ephemeriden IV. v. J. 1808 pag. 71 näher beschrieb), der theils braun, theils geflammt erscheint, treffliche Hochöfensteine liefert, zuweilen Hornstein-Concretionen und Pflanzenreste umschließt; gleich oberhalb des Hüttenwerkes Bodenmöhr wird dieses Gestein deutlich von harter Kreide bedeckt. Das ganze Stratensystem ist sehr arm an Petrefacten, was aber von organischen Resten erscheint, stammt von Organismen des festen Landes her.

Die Formation ziehet sich von Regensburg längst der Donau und dem Baierschen Waldgebirge hin, zuweilen Kohlen führend, wie bei Tegernhein; wahrscheinlich erfüllt sie auch das Donau-Bassin längst den Alpen. In der Gegend bei Ried, Linz ꝛc., bis zum Fuße der Alpen, bestehet die sehr hügliche Gegend aus bläulich-grauem Mergelsandsteine, der unter dem Namen Schlierf bekannt ist; er ist dünn geschichtet, durchzogen mit Glimmerschuppen und feinen Kohlenpunkten. Dieses, der Schweitzer Molasse höchst ähnliche, Gestein schiefert sich meist an der Luft, zerfällt zu einer feinen Erde und wird häufig als Düngemergel benutzt. Nach den Beobachtungen von Partsch soll dieser Schlierf Reste von Säugethieren führen. In dieser Gegend treten bei Wildshuth Braunkohlenstraten auf, die abgebauet und von Sand begleitet werden, der strichweise zu festem Gesteine concretionirt ist; ob

diese unserer Formation angehören, oder jünger sind, ist noch nicht ermittelt. Längst dem Fuße der ganz benachbarten Alpen liegt der Wienersandstein, der von dem erwähnten Schlierf kaum wesentlich verschieden seyn dürfte.

Von Regensburg ziehet sich unsere Formation längst dem ganzen südlichen Fuße des deutschen Jura fort, bildet im Thale der Donau große Hügelzüge, die weiter südlich durch Gerölle überlagert werden, welche die sterile Münchner Hochebene bilden. Auf dem Wege von Abach nach Regensburg (den steilen Fußweg über Deckbetten folgend) und dann den Maria Hülfsberg herauf (der sich gleich über Regensburg erhebt), macht man den Durchschnitt durch ein sehr mächtiges Stratensystem, was dem Jura an und aufliegt; zu unterst (unterhalb Deckbetten) legt sich dem Jurakalke in großer Mächtigkeit ein Thongebilde auf, welches sich nach oben mit Mergelsandstein verbindet und keine Reste von Meerorganismen umschließt; darauf folgt oberhalb Regensburg, den Maria Hülfsberg bildend, grauer, kalkiger Sandstein, oft mit grünen Körnern (ganz unserm Quadersandsteine ähnlich) und harte Kreide, beide mit Seethierresten; an dem Gebirgsabhange oberhalb der Donau ziehet sich das Kreidegebilde weit fort und erscheint bei Kellheim als ausgezeichneter Grünsand; im Donauthale selbst aber bildet der erwähnte Mergelsandstein große langgezogene bewaldete Bergrücken, die über Bad Abach nach Abendsberg und Ulm hinziehen; unter demselben liegt Thon, oft plastisch, wie bei Schwambach, wo er für die Nympfenburger Porzellanfabrik gewonnen wird; der Sandstein selbst erscheint nach oben auch trippelartig, wie bei Kellheim hinter dem Franziskanerkloster und im Gemeindewalde; nirgends findet man in dem Thone und Mergelsandsteine Reste von Meerorganismen. Auf dem Rücken des Jura selbst kommen Thonlager vor, die dessen Unebenheiten ausfüllen, oft eisenhaltig sind, Bohnerze, aber nie Reste von Meerthieren führen und vielleicht auch unserer Formation angehören werden. Die gedachten Hügel von Mergelsandstein beginnen hinter Ulm zusammenhängender hervorzutreten; sie ziehen sich theils der Ilm aufwärts gegen

Memmingen, theils durch den Högau zum Bodensee in die Schweitz, wo das Gestein allgemein als Molasse anerkannt wird. Am Fuße des Schwarzwaldes bei Candern wird der Jurakalk von rothem Thone bedeckt, der mit lockerem Sandsteine wechselt, schaaligen Brauneisenstein und Kugeljaspis enthält; auf der andern Seite des Rheines finden sich gleiche Straten mit ähnlichen Eisenerzen (mine de fer en grains), die auch zuweilen Reste von Landthieren umschließen, in Elsaß, bei Gundershofen, Hochstedt, Beford und von hier längst dem Schweitzer und Französischen Jura (Dép. de Haute-Saône). Der Thon mit Bohnerzen oder Eisengeoden, zuweilen auch Gyps umschließend, erscheint an sehr vielen Punkten, oft mit ansehnlicher Mächtigkeit, unmittelbar auf Jurakalk und auf die Eisenerze wird ein wichtiger Bergbau getrieben; über dem Thone liegt durch den Elsaß verbreitet ein Mergelsandstein, der gewöhnlich auch für Molasse angesprochen wurde; untergeordnet erscheint oft Süßwasserkalk, zuweilen stinkend und Kohlenstraten umschließend, wie bei Lobsan, Daundorf, Buchsweiler rc.; Reste von Landorganismen sind häufig; man findet Pflanzen (die Gattungen Endogenites, Exogenites, Phillites), viele Mollusken (die Gattungen Lymnea, Planorbis etc.), auch Säugethiere (wie Anthracotherion, Lophiodon etc.); hier und da zeigen sich einzeln auch Reste von Meermollusken. Das Niveau dieses Stratensystemes ist zum Theil so niedrig im Verhältniß vom hohen Kamme des Juragebirges, daß das Meer sich außerordentlich weit zurückgezogen haben muß, wenn diese Straten aus Mooren auf festem Lande sich gebildet haben.

D. Die Schweitz. Das hüglige Plateau zwischen dem Jura und den Alpen wird durch den Mergelsandstein gebildet, der allgemein unter dem Namen der Molasse bekannt ist, die hier mit großer Mächtigkeit auftritt, daher die untersten Glieder der Formation hier nicht zu beobachten sind. Es herrscht ein thoniger, lockerer, schiefriger Mergel, wechsellagernd mit lockerem, dünngeschichtetem Mergelsandsteine, reich an Glimmerblättchen, Kohlenpartikeln und Pflanzenresten, zuwei-

len grüne Körner (Glaukonit) führend, öfter feste Kalkconcretionen umschließend; untergeordnet erscheinen Straten von Stinkkalk mit Süßwasser-Conchylien, Kohlenflötze (Molassekohlen), bei Köpfnach, Elih, Pouté ohnweit Lausanne, Saphorin ohnweit Vevay, Miesbach, Hering etc., die Reste von Säugethieren umschließen; zuweilen zeigt sich auch Gyps; längst den Alpen finden sich häufig untergeordnete Lager von Kalkstücken, durch Molasse verbunden (Kalkconglomerat oder Kalknagelfluhe) und an einigen Punkten kommt zu oberst eine Breiccen vor, von verschiedenartigen, kalkigen und granitischen Geschieben (Riginagelfluhe). Innerhalb dieses Gebildes finden sich überall Spuren von Thieren und Pflanzen des festen Landes, Reste von Seethieren fehlen; sie zeigen sich nur in einem Mergelkalke, der an einigen Punkten die Molasse bedeckt und mit ihren obern Straten wechsellagert (von Studer als Muschelsandstein bezeichnet). Längst den Alpen gehen die obern Schichten der Molasse in einen durch Glaukonitkörner gefärbten, grünlichen, kalkigen Sandstein über, der Abdrücke von Meerpflanzen (Fucusarten) und Meermollusken umschließt und in Hinsicht seiner Gesteine und Petrefacte häufig dem Grünsande unter der Kreide gleicht, dieß ist der Wiener- oder Flyschsandstein, der dann mit Alpenkalk wechsellagert und von diesem bedeckt wird.

Obwohl die Molasse überall Spuren von Pflanzen zeigt, so sind diese doch schlecht erhalten, daher keine genauere Bestimmung zulassen, deßhalb wohl, weil der cementirende Thon die Pflanzen nicht erhielt, sondern sie hier leicht verwesten; nur mit den Kohlen kommen besser erhaltene Pflanzen vor; diese sind theils den vorweltlichen und exotischen ähnlich, als Flabellaria raphifolia, Aspleniopteris Schrankii, Licopodiolithes etc., theils auch den jetzo dort wachsenden Bäumen, als Betula, Corylus etc. Die Kohlen gleichen mehr den Steinkohlen als den Braunkohlen, wie bei Köpfnach, Hering etc. die untergeordneten Kalkstraten führen Süßwasser-Conchylien, wie die Gattungen Helix, Planorbis, Lymnaea etc., auch kommen hier Kruster vor und Reste von Säugethieren, als

Mastodon, Rhinoceros, Castor, Chaeropotamos, Palaeotherium etc. In dem Muschelsandsteine zeigen sich Meermollusken, die man meist nur in jüngern Formationen findet, besonders die Gattungen Arca, Balanus, Buccinum, Cardium, Cerithium, Conus, Cytherea, Melania, Mytilus, Natica, Nerita, Panopaea, Patella, Pecten, Pholas, Pinna und andere mehr.

Daß die Molasse eine Landformation ist, dadurch entstanden, daß trocknes Land durch Sand, Schlamm, Süßwasserkalk, Torf rc., sich allmählig erhöhete, kann wohl gar nicht bezweifelt werden; dafür sprechen die überall verbreiteten Pflanzenreste, die Süßwasser-Conchylien und die Knochen von Landthieren. Zu jener Bildungszeit müssen die Gegenden weite sandige und moorige Ebenen dargestellt haben, auf denen Heerden von Elephanten, Rhinoceros rc. weideten, Biber ihre Baue aufführten rc. Wo die Reste der Thiere in sich bildenden Süßwasserkalk begraben wurden, wo die Pflanzen an und auf Torfmooren wuchsen, da erhielten sie sich, während sie anderwärts verfaulten.

Die Mächtigkeit der Molasse ist sehr bedeutend, sie bildet bei Zürich am Albis rc. 1000 — 2000′ hohe Bergmassen und setzt nach den Bohrversuchen bei Eglisau noch 1000′ unter die Oberfläche des Züricher See's herab. Am Rigi erreicht sie bis 4000′ Höhe.

Was nun die Lagerungsverhältnisse betrifft, so wurde schon erwähnt, wie am deutschen Jura, von Bodenmöhr bis Ulm Thon und molasseartiger Sandstein dem Jurakalke sich auflegt und bedeckt wird von Grünsand und unterer Kreide. Allgemein ist man darüber einig, daß die Schweitzer Molasse dem Schweitzer und Französischen Jura an- oder aufliegt, daher jünger als dieser ist; aber eben so gewiß dürfte es auch seyn, daß andererseits das ganze Gebilde der Kalkalpen im Hangenden der Molasse liegt und jünger als diese ist, worüber ich die ausführlichen Thatsachen in meiner Zeitschrift (Teutschland geognostisch-geologisch dargestellt, Band VII. v. J. 1831) beigebracht habe. Längst den ganzen Schwei-

tzer Alpen, von Genf bis zur Baierschen Grenze, fällt die Molasse südlich ein, sie gehet nach oben in einen grünlichen Sandstein mit Fucusabdrücken und Meerconchylien über (Flyschsandstein), der gleiches Fallen hat, dieser wechsellagert mit Kalkstraten und wird dann von Kalk (Alpenkalk) überlagert, der auch gleiches Fallen hat. Der Flyschsandstein setzt, überall die alpinischen Vorberge bildend, ununterbrochen bis Wien fort (Wienersandstein). Am allerdeutlichsten sind die Lagerungsverhältnisse in den Umgebungen des so oft bestiegenen Rigi, wo man auf das klarste beobachtet, wie die Molasse von dem Alpenkalkgebilde, oder der Flyschformation überlagert wird. Alle Profile, die wir von den Alpen dieser Gegend haben, stellen auch diese Ueberlagerung dar (so daß von Escher im neuen Bergmännischen Journale v. J. 1795, von Ebel Anleitung die Schweitz zu bereisen IV. pag. 37, Lusser Denkschriften der Schweitzerischen Gesellschaft I. v. J. 1829, von Lill, Jahrbuch der Mineralogie v. J. 1830), man hat daher allgemein die Verhältnisse ganz richtig gesehn, dennoch aber ganz falsch beschrieben. Der Petrefacte wegen bestimmte man die Molasse als ein Product der jüngsten tertiairen Epoche, welches daher jünger als der Alpenkalk seyn müßte, ob wohl man die Molasse nirgend auf, sondern unter dem Alpenkalke liegen sahe, wodurch die alpinische Geognosie sehr verwirrt wurde. Nicht die Petrefacte, sondern die Lagerungsbeziehungen müssen den Geognosten leiten. Die Reste von großen Säugethieren in der Molasse lehren: daß diese Thiere schon in der Bildungszeit der Molasse lebten, nicht aber daß deßhalb dieselbe tertiair sey; würden wir Elephantenreste in den Gritkohlen finden, so wäre dieß auf die Lagerungsbeziehungen ganz ohne Einfluß. Es ist gewiß auffallend, daß auch so berühmte Geognosten, wie Murchison, Sedgwick, H. de la Beche und Andere, das punctum saliens, die Lagerungsbeziehungen der Molasse zum Alpenkalk, so übersehen und unerörtert gelassen haben; auch H. v. Dechen in seiner trefflichen Bearbeitung der Geognosie von la Beche, wo so vieles verbessert und richtiger dargestellt wurde, hat ganz die herrschenden Irrthümer wiederholt. Nur

der so fleißig beobachtende Studer in Bern, der früher eine Monographie der Molasse edirte, scheint ganz neuerlichst die Verhältnisse richtig anzusehen *).

Alle Thatsachen werden dafür sprechen: daß die Molasse, zwischen Jurakalk und Kreide liegend, das Aequivalent der Englischen Wealdformation ist und wenn dieß erst allgemeiner anerkannt wird, dürfte zur wissenschaftlichen Bezeichnung der Name Molasseformation dem der Wealdformation vorzuziehen seyn.

---

§. 14.

Die fünfte Meer- oder Kreideformation.

Das Wesen dieser Formation liegt in dem Auftreten eines 5ten Meerkalkes, welcher über dem Jurakalke und dem Molassesandstein seine Stelle hat; da er sich über letztern immer und zuweilen sehr hoch erhebt, so folgt, daß das Meer, welches in der Zeit der Molasse ein Niveau hatte, welches

---

*) In dem Bulletin de la Soc. géologique de France, Sitzung vom 7. Januar 1833, wird ein Brief von Studer vom December 1832 mitgetheilt, wo es heißt: M. Studer fait connaître, que la Molasse, inclinant au Sud, s'élève, dans la montagne de Gurnigel, jusqu'à la source minérale Schwarzbrunli, et renferme supérieurement de petites Unis, d'autres bivalves d'eau douce et des écailles de poissons. Plus haut il y a des grés durs et des agglomerats, inclinant au Sud; puis des alternats de couches ou plutôt d'amas alongés de calcaire à fossiles de Coratrag, et associés avec de la Rauchwacke et du Gyps; enfin la cime est formée par le grés de Gurnigel à Fucoïdes, qui contient supérieurement des amas de calcaire blanc ruiniforme comme celui de Florence et est indentique avec le grés Viennois.

Cette année, M. Studer compte etudier la chaîne au Pilatus et les Montagnes d'Underwald, fort remarquables par leurs fossiles. Il paraîtrait que toutes ces masses sont du Weald-clay, du grés vert et de la craie, et qu'il n'y a pas d'Oolite. Toute la chaîne des Brienzergrate et les Montagnes du Sextenthal reposent sur ces dépôts crayeux.

vielleicht selbst niedriger als das jetzige war, wieder sehr hoch angestiegen seyn muß; indem dieses sehr allmählig geschah, verwandelten sich die sandigen Gegenden des festen Landes in sandigen Meerboden, wodurch ein allmähliger Uebergang der untern in die obern Formationen vermittelt wird.

Die Kreideformation zerfällt in zwei, meist vorhandene Gruppen:

a) Die untere, das Gault- oder Quadersandsteingebilde bestehet aus vorwaltenden Mergel und Sandsteinen, die untergeordnete Lager und Massen von Kalkstein führen; jene Sandsteine setzen unmittelbar und meist ohne Unterbrechung die unterliegende Weald- oder Molassebildung fort und unterscheiden sich von diesen Molassesandsteinen theils durch häufig eingemengte grüne Körner, vorzüglich aber durch die Reste von Seeorganismen, die jenen fehlen. Die Stelle der Sandsteine ohne Petrefacte bleibt daher immer zweifelhaft.

b) Die obere Gruppe oder das Kreidegebilde bestehet aus vorherrschend hellem, theils hartem, theils weichem Meerkalke, viele Mollusken und Korallen umschließend, daher unter hohem Meere gebildet, der öfter nach oben in sandigen Kalkstein übergehet, mit Littoralmollusken, der bei wieder abfallendem Meere gebildet seyn wird und auch wohl als eine dritte, grobkalkartige Gruppe betrachtet werden kann.

Die nähern Verhältnisse der Formation werden sich am besten bei deren geographischer Verfolgung entwickeln lassen.

A. England.

a) Untere Gruppe. Das Gaultgebilde. Dem oben erwähnten Wealdclay folgt unmittelbar gewöhnlich ein Mergelsandstein, zuweilen conglomeratartig, der oft Glaukonitkörner führt, auch hie und da etwas Eisenstein umschließt, der Shanklinsand nach Sedgwick (Upper ferrugineoussand nach Webster, lower Greensand nach de la Beche), wechselnd mit Kalk und Mergel, an manchen Punkten durchzogen mit quarzigen Con-

cretionen (Whinstone), wodurch zuweilen groteske Klippen gebildet werden, umschließt häufig Trigonia clavellata und Terebratula ovata; wird bedeckt durch mächtigen, meist blauen, oft geschieferten, bald mehr thonigen, bald mehr kalkigen Mergel, den **Cambridge Gault**, (blue Marl of Kent and Sussex) characterisirt durch Hamites maximus und Spatangus argillaceus. In Yorkshire folgt ein ganz ähnlicher Thon, der **Speeton clay**, unmittelbar dem Kemmeridge clay der Juraformation; er wird unmittelbar durch rothen und grauen Kreidekalk bedeckt, so daß hier alle Sandsteinstraten fehlen.

b) **Mittlere Gruppe. Gebilde des Grünsandes.** Es herrscht ein mergliger, zuweilen eisenschüßiger Sand oder Sandstein, meist reich an grünen Glaukonitkörnern, der **Greensand** (**Upper Greensand** nach de la Beche; **Firestone** nach Webster), er verläuft sich bald in blauen Kreidemergel (**Malm**), bald in harten, thonigen Kalkstein (**Malmrock, Beerstone**) und wird gewöhnlich durch kreideartigen Mergel (**Chalkmarle**) bedeckt. Diese sandigen, thonigen und kalkigen Massen, bilden sich nach den verschiedenen Localitäten auf andere Weise, aus einander heraus.

c) **Obere Gruppe, das Kalk- oder Kreidegebilde.** Im Allgemeinen herrscht und zwar zu unterst, ein mehr oder weniger harter Kalkstein, ohne Feuersteine, wechselnd mit Mergel, oft bis 140′ mächtig, zuweilen auch roth gefärbt wie in Yorkshire; darauf folgt ein ähnlicher, etwas weicherer Kalkstein mit wenig Feuersteinen und dann die weiche, weiße, schreibende Kreide mit vielen schwarzen Feuersteinen, zuweilen 600′ stark, oft auch fehlend; das Kreidegebilde ist öfter bis 1000′ mächtig und eine ähnliche Stärke zeigen auch zuweilen die unteren sandigen und mergligen Straten. In Schottland fehlt die Formation wahrscheinlich; in Irland zeigt sich bei Antrim Grünsand (**Mulatto** genannt) und darauf fester, weißer Kreidekalk, aus welchem sich die dortigen Basalte erheben.

B. Im mittlern Frankreich herrscht nach unten, niedere Gegenden bildend, lockerer Sandstein und Mergel, zuweilen eisenschüßig, oft Glaukonitkörner umschließend, die Craie chloritée, oder Glauconie crayeuse, characterisirt durch Gervilia aviculoïdes, Thetis minor, Trigonia aliformis etc., mit untergeordneten Straten von festem, unreinem Kalkstein (Calcaire à Baculites) und sandartigem, zerreiblichem Kalk, dem Pariser Grobkalke in mineralogischer Hinsicht oft ähnlich, Tuseau genannt. Darüber erheben sich Bergzüge von hartem, hellem Kreidekalke, der partienweise auch weiß, weich und schreibend wird, dann schwarze Feuersteine führend.

Im südlichen Frankreich, am Fuße der Alpen, der Pyrenäen und an dazwischen liegenden Punkten, nimmt die Kreide einen wesentlich andern Character an, die Sand- und Kalksteine sind oft dunkel gefärbt, sehr verhärtet, es finden sich Petrefacte ein, die man sonst nur im Grobkalke findet und die Formation tritt hier ganz, wie der Flysch in den Alpen, auf. In Cotentin (Normandie), wechseln sandige und kalkige Lager mit einander, sie führen theils die Petrefacte, die gewöhnlich der Kreide eigen sind, theils auch solche, die sonst den Grobkalk characterisiren, so daß man bald diese, bald jene Formation vor Augen zu haben glaubt.

Im Dép. du Nord, von Boulogne bis Valenciennes und durch ganz Belgien, bedeckt die Kreide unmittelbar, zuweilen bis 500′ mächtig, die Formation der Gritkohlen; von unten nach oben folgen sich im Allgemeinen folgende Straten: 1) Tourtia, eine unreine Kreide mit vielen Geschieben; 2) Sand (Torrent), mehr oder weniger mächtig; 3) Dief oder Dieuve, ein oft bis 30 Meters mächtiger, grauer oder blauer, wenig mergliger Thon, dem Englischen Gault ähnlich; 4) Thon mit Kreidemergel; 5) weiße, weiche Kreide, mit schwarzen Feuersteinen; 6) körnige Kreide oder bonne pierre, dem Gesteine von Mastrich sehr ähnlich; 7) Kreidemergel mit viel Glaukonit, daher von grünlichem Ansehn (Vert); 8) eine ähnliche Schicht, aber mehr grau (Gris);

9) weiche Kreide (Marl und Ciel de Marle), meist mit einem Thonflötze bedeckt. In der Gegend von Aachen zeigt sich nach unten gelber Sand mit Lagen von quarzigem, höchst feinkörnigem festem Sandstein (Pflasterstein), der die Versteinerungen des Englischen Shanklinsand umschließt, nach oben ein Mergel voll Glaukonitkörner, wie bei Vaels 2c.

Bei Mastrich, an dem berühmten Petersberge 2c. herrscht ein weißer, lockerer, sandiger Kalk (wie er bei Valenciennes unter der weißen Kreide liegt), er führt nach unten Knollen von Hornstein und gehet allmählig in lockere, weiße Kreide mit schwarzem Feuerstein über; er führt sehr viele Petrefacte, theils solche, die gewöhnlich in der Kreide vorkommen, theils die des Grobkalkes und gleicht daher in petrefactologischer Hinsicht dem Alpenkalkgebilde.

C. Deutschland. Längst dem westlichen Fuße des Rheinischen Schiefergebirges, wird, wie bei Valenciennes 2c. das Gebilde der Gritkohlen unmittelbar durch Kreidemergel bedeckt, der die große Ebene von Münster bildet, oft bis 500′ mächtig; es herrschen graue Mergel, oft sandig, zuweilen reich an Petrefacten, gehen in Mergelkalk über und haben untergeordnete mächtige Flötze, die durch Glaukonitkörner grün gefärbt sind (grüner Mergel von Unna, Werl etc.), nur selten erscheint ein weicher oder harter Kreidekalk, wie bei Münster. In bedeutenden Bergmassen tritt dieser dagegen im Teutoburgerwalde auf, Bergzüge von 1000′ Mächtigkeit bildend.

Von hier, durch die Wesergegenden bis nach Quedlinburg am Fuße des Harzes, tritt die Kreideformation in einzelnen, abgerissenen Partien auf, die meist nur einige 100 Fuß Mächtigkeit haben; theils auf der Keuper- theils auf der Juraformation liegend. Zwischen Hannover und Stemmen wird zu beiden Seiten der Chaussee ein blaugrauer Mergelsandstein gebrochen, reich an Kohlenpunkten, der eine auffallende Aehnlichkeit hat mit dem Flysch- oder Wienersandsteine, er wechselt zu unterst mit Mergelkalk, der undeutliche Petrefakte führt, die in Eisenstein verwandelt sind und liegt wahrscheinlich unter dem kreideartigen Kalke des Lindnerberges bei Hannover.

In manchen Gegenden, wie bei Salzgitter ꝛc., zeigt sich ein eigenthümliches, höchst feinkörniges, trippelartiges Gestein, braun oder bunt geflammt (gesprenkelter Mergel oder Flammenmergel), dem Trippel von Bodenmöhr analog, aus dem sich oft quarzige Knollen ausscheiden, nach unten in Sandstein, nach oben in kreideartigen Mergel übergehend, meist ohne Petrefacte.

Häufiger erscheint der Quadersandstein, ein grauer oder weißer, oft etwas kalkiger Sandstein, meist ohne Glimmer, stratenweise durch grobe Quarzbrocken conglomeratartig, zuweilen eisenschüßig, auch Schaalen von Thoneisenstein führend (wie bei Blankenburg); theils fest, theils locker und sandartig, partienweise von quarzigen Concretionen ganz durchzogen, die gleichsam Lagen, oder vielmehr gangartige Massen bilden; wenn in deren Umgebung der lockere Sand weggewaschen ist, so erscheinen groteske Klippen, wie die Teufelsmauer bei Blankenburg, die Extersteine in Westphalen ꝛc. (den Klippen von Leusden und Pieden in England analog); wird das Cement mehr vorherrschend, so zeigen sich untergeordnete Lager, von kalkigem und sandigem Mergel oder von Kalkstein, auch graublauer, kalkiger Thon. Glaukonitkörner geben theilweise dem lockeren, kalkigen Sandsteine eine grüne Färbung, so auch manchen kalkigen Straten. Diese grünen Gesteine gleichen dem Englischen Greensand, übrigens hat der Quadersandstein viel Analogie mit dem Shanklinsand, aber gegenseitige bestimmte Lagerungsbeziehungen möchten kaum in Deutschland aufzufinden seyn.

Gewöhnlich über dem Quadersandsteine, mit ihm oft innig verbunden, liegt ein sandiger oder thoniger Kalk (Plänerkalk), oder ein dichter, heller, harter, wenig geschichteter Kalk, meist ohne schwarze Feuersteine, aber mit Kiesel-Concretionen, reich an Inoceramen, (Kieselkalk am Harz genannt) hohe Bergzüge bildend, wie bei Goslar, Alefeld ꝛc., nach oben zuweilen in lockere weiße Kreide übergehend.

Einen lehrreichen Durchschnitt gewährt die Gegend im Hannöverschen zwischen Stadt Oldendorf und Alefeld; der

bunte Sandstein und Muschelkalk bilden hier eine große Mulde, ihnen zunächst liegt die Juraformation, meist als Lias, darauf folgt der Quadersandstein in den Zügen des Hils und der Fuhregge, auf diesem liegt der Flammenmergel und über diesem harte Kreide. Der Sandstein der Fuhregge umschließt Ammoniten und andere Petrefacte, auch Schaalen von Thoneisenstein, der durch Bergbau gewonnen und auf der Carlshütte verschmolzen wird.

In der norddeutschen Ebene zeigt sich häufig Kreidemergel im Mecklenburgischen, bei Prenzlow an der Uckermark rc. und auf der Insel Rügen tritt eine bedeutende Masse von meist weicher Kreide hervor, die sich bis 200′ erhebt.

Die Sächsisch-Böhmischen und Schlesischen Gebirge werden von der Kreideformation begleitet, welche auch das dazwischen liegende Bassin zum Theil erfüllt. Zu unterst liegt gewöhnlich ein Kreidemergel (Plänerkalk in Sachsen, Wopucka in Böhmen), darauf folgt in großer Mächtigkeit der Quadersandstein (der am großen Winterberge bis 1590′ Meereshöhe ansteigt), der in der Sächsischen Schweitz von schmalen, oft 1000′ tiefen, schroffen Thälern durchschnitten wird, oder in einzelnen steilen, hohen, abgerissenen Massen hervorragt, wie am Königsteine bei Pirna; alle diese Verhältnisse geben der Gegend einen eigenthümlichen pittoresken Character und sind offenbar Folgen von Erhebungen, veranlaßt durch das Aufsteigen der dortigen Basalte, Granite, Syenite rc. und letzterer liegt zuweilen selbst über dem Quadersandstein, wie ohnweit Meissen bei Weinböhla.

Verbreitet zeigt sich längst den Schlesischen Gebirgen der Quadersandstein, der sich durch feines Korn fast ohne Bindemittel auszeichnet; er bedeckt häufig das Todtliegende, und dann liegt zu unterst meist ein Conglomerat aus Quarzbrocken, durch kalkigen Sandstein verkittet; es herrscht Quadersandstein, der zuweilen, wie bei Adersbach, höchst pittoreske Felsen bildet; er wird partienweise durch Glaukonitkörner grün gefärbt, Mergel und Kalk bilden in ihm mehr unregelmäßige Massen, als wahre Flötze (auf ähnliche Art als in den Karpathen); bei

Wehrau gehet der Sandstein stratenweise in dichten Quarzfels über und enthält Thonlager mit Thoneisenstein; bei Wenig, Racknitz, Ottendorf ꝛc. kommen schwache Steinkohlenflötze darin vor; Kreidekalksteine zeigen sich hier fast gar nicht.

Im mittlern Deutschland, in Mansfeld, Thüringen, Hessen, Baiern, Würtemberg ꝛc. scheint unsere Formation ganz zu fehlen, nur findet sie sich am südlichen Fuße des Jura wieder; der Trippel von Bodenmöhr wird bedeckt von Kreidekalk mit Gryphaea spirata; bei Regensburg am Maria Hülfsberge erscheint ausgezeichneter Quadersandstein und darüber harte Kreide; bei Kellheim ist ein vollkommener Grünsand verbreitet, der in großen Brüchen gewonnen und zu Quadern verarbeitet wird, die bis München verfahren werden.

In Dänemark kommt Kreide an mehreren Punkten vor, wie bei Moen, Stevenoklint ꝛc., am letztern Punkte soll nach Forchhammer (Zeitschrift für Mineralogie 1829 pag. 190) zwischen der Kreide ein sandiger Kalkstein liegen, der viele Petrefacte des Pariser Grobkalkes führt; so auch auf Faxoe. In Schweden zeigt sich die Formation an isolirten Punkten auf Schonen und der Insel Bornholm, unmittelbar dem Killas folgend; sie erscheint theils als grüner oder weißer Sand, der zuweilen ganz zu einer dichten Masse zusammen geflossen ist, theils als grobe oder weiße Kreide, immer reich an Petrefacten. Der Sand umschließt zuweilen kohlige Flötze, wie bei Hammar und das in abgerissenen Massen vorkommende Kohlengebilde von Schonen bei Hoer ꝛc., welches viele Pflanzenreste führt (die Gattungen Aspleniopteris, Bajera, Clathropteris, Conferoites, Cycadites, Fucoides, Nilsonia und Pecopteris), representirt vielleicht die Weald- oder Molasseformation.

In Polen ist der Kreidemergel sehr verbreitet und mit diesem scheint sich das dortige Eisenthongebirge zu verbinden, wo blauer, lettiger Mergel vorwaltet, wechselnd mit Sand und lockerem Sandsteine, oft sehr reich an Eisenerzen (bei Panki, Wilun ꝛc.), auch kommen hier untergeordnete Gypsmassen und Kohlenflötze vor (Borempa, Blanowice etc.).

In Krakau, Podolien, Lithauen, Volhynien ꝛc., findet sich theils Kreidemergel, theils ausgezeichnete weiße Kreide.

Im südlichen Europa, in den Alpen, Karpathen, Apenninen ꝛc., bildet die Kreideformation die Hauptmasse aller jener Gebirgszüge und zeigt ein durchschnittliches Höhen-Niveau von 3000′, sie erscheint aber unter besondern Verhältnissen und wir werden sie unter dem Namen der Flyschformation weiter unten beschreiben.

Petrefacte führt die Kreideformation in großer Fülle, alle stammen von Meeresgeschöpfen und nur sehr selten kommen wohl zufällig eingemengte Reste von Landorganismen vor, so führt z. B. der Quadersandstein von Blankenburg an einigen Punkten Abdrücke von großen Blättern, die nach Zenker von einem Baume aus der Familie der (kätzchentragenden) Amentaceen herrühren werden, und die Gattung Credneria darstellen. Korallen sind besonders in den Kalksteinen häufig, oft ganze Bänke bildend und in Quarz versteinert; vorwaltend erscheinen die Gattungen Alecto, Alcyonium, Caryophillia, Choanites, Fungia, Cyclolites etc.; von Radiarien sind Ananchites ovata, Cidarites vulgaris, Galerites vulgaris und albogalerus, Nucleolites amygdala, Spatangus coranguinum auszeichnend; von Mollusken sind besonders characterisch große Ammoniten (Ammon. varians etc.), die Gattungen Scaphites, Baculites, Turrilites, Hamites, Inoceramus und Catillus (mit faseriger Schaale), auch Belemnites Listeri, Crania Parisiensis, Diceras arietina, Gryphaea spirata in der untern und sinuata in der obern Gruppe; Ostrea vesicularis, Terebratula ornithocephala und Defrancii, Trigonia scabra, Trochus gurgitis, Nummulites lenticulina etc., besonders auch die immer noch räthselhafte Gattung Hippurites. Reste von Crustern, Fischen und Reptilien finden sich; Zähne von verschiedenen Landthieren, selbst Knochen von Elephanten kommen zuweilen z. B. in der Kreide von Mastrich vor, aber es

ist möglich, daß sie erst in neuerer Zeit durch Spalten in das Gestein kamen.

Die meisten der erwähnten Mollusken sind jetzo ausgestorben und finden sich nicht in den tertiairen Schichten, welche offenbar unter einem sehr flachen Meere, in Buchten rc. abgesetzt wurden und deßhalb schon nicht die Reste von den Thieren enthalten können, die in einem tiefen Meere zu leben gewohnt sind, aber gewiß ist es, daß in manchen, mit der Kreide verbundenen, Straten Mollusken auftreten, die man sonst nur im Grobkalke findet und beide Formationen in petrefactologischer Hinsicht nicht so scharf getrennt werden können, als man sonst wohl glaubte. Bei ansteigendem und abfallendem Meere werden auch immer Stellen lange Zeit hindurch als flache Meerbusen erscheinen, ehe sie entweder in tiefes Meer oder in trocknes Land übergehen.

Geologische Verhältnisse. Es ist gar nicht zu bezweifeln, daß in der Kreideperiode Europa mit Meer überdeckt war. Während in der Molasseperiode das Meer vielleicht so weit, als gegenwärtig, sich zurückgezogen hatte, sehen wir das damalige feste Land wieder durch eine Meerbildung bedeckt, die in den Alpen bis über 3000′, in England und Norddeutschland bis 1000′ sich erhebt, das Meer muß daher in der Kreidezeit eine ohngefähr analoge Höhe erreicht haben und wird gewiß sehr allmählig so hoch angestiegen und dann wieder abgefallen seyn. Das ansteigende flache Meer setzte sehr viel Sand und Schlamm ab, wodurch das Quadersandstein- und Gaultgebilde entstand, das spätere tiefe Meer bildete große Massen von reinerm Kalksteine. Es hat etwas Auffallendes, daß der vom Kreidemeere abgesetzte Schlamm hell gefärbt ist, während der Schlamm, den das Jurameer zuerst (als Lias) absetzte, sehr bituminös und dunkelgefärbt erscheint, dieß kann aber nur in lokalen Ursachen seinen Grund haben, denn in den Alpen ist das untere Gebilde der Kreide großentheils dunkel gefärbt, ganz dem Lias ähnlich, weshalb man auch früher und zum Theil noch gegenwärtig diese dunkeln Mergelstraten für Lias angesprochen hat.

Der Kreidekalk zeigt sich im Allgemeinen eben so fest und weiß als der Jura- oder Bergkalk und mineralogisch kann man die Kalkformationen ohnmöglich unterscheiden; nur strichweise wird der feste Kalkstein zu lockerer, schreibender Kreide, daher ist es ein großer Irrthum, wenn man diese für das Bestimmende der Formation hält. Die schreibende Kreide ist stets ein fast ganz reiner kohlensaurer Kalk, durchzogen vom schwarzen Feuersteine, der entweder wirklich als Versteinerungsmasse, oder in Formen erscheint, die immer an organische Gestalten erinnern; es möchte daher wahrscheinlich seyn, daß die vom Kreidekalke umschlossenen Organismen, indem sie verwesten, leere Räume zurückließen, in die sich die Quarztheilchen aus der benachbarten Kalkmasse zusammenzogen, wodurch diese reiner und lockerer wurde; die Kreide enthält nie Bittererde, die in andern Kalkformationen (auch in der Alpinischen Kreide) sehr verbreitet ist; wo diese vorhanden ist, entstehet leicht kristallinischer Dolomit, nicht aber schreibende Kreide.

Ein in gewisser Hinsicht analoges Zusammenziehen der Kieselmasse findet sich häufig im Quadersandsteine, der größtentheils locker, sandartig ist und offenbar als loser Sand abgesetzt wurde. Da, wo dieser Sandstein groteske Felsenmassen bildet, wie z. B. bei Blankenburg am Harz, da wird derselbe von einem Geflechte harter, quarziger Adern durchzogen und der benachbarte Sand ist dann ganz locker, wird deßhalb sehr leicht weggewaschen, wodurch die harten Partien in steilen Felsen hervortreten. Durch irgend einen Act haben sich daher die Quarztheile concentrirt und sich mit einander zu einer homogenen Masse gleichsam verschmolzen. Mehrmals soll man im Feuersteine Münzen gefunden haben, hätte dieß seine Richtigkeit, so könnte man nicht daran zweifeln, daß sich noch gegenwärtig Feuerstein-Concretionen bildeten und dann würde es auch wahrscheinlich, daß sich auch noch Kieselconcretionen im Quadersandsteine bilden konnten.

In dem Kreidekalksteine unterscheidet man sehr wohl die darin sich findenden Reste organischer Körper von der Kalksteinmasse selbst und kaum wird es wohl Jemandem einfallen

zu glauben: daß dieser Kalk ein Product der Organismen wäre, da er aber aus einem Meere entstand, welches mit unseren Meeren gewiß ganz vollkommene Analogie hatte, so kann man nicht anders als annehmen, daß durch irgend einen Thätigkeitsact der Kalk aus dem Meerwasser durch eine morphologische Umbildung entstanden sey; einen gleichen Ursprung wird auch das Eisen haben, welches ziemlich häufig in dem Quadersandsteingebilde vorkommt. Viel Interesse erregen auch die trippelartigen Straten, die sehr verbreitet in der untern Gruppe vorkommen, sie bestehen nicht aus Sandstein, denn man kann weder Quarzkörner noch ein Cement unterscheiden, sondern sie zeigen eine feine, meist ziemlich reine, lockere, wenigstens nicht besonders dichte und feste, aber stratificirte Kieselmasse, die noch oft den Character eines Kieselhydrates trägt und allem Ansehn nach als solche auch wirklich gebildet wurde. Der Kreidekalk enthält öfter (z. B. bei Goslar) viel feinzertheilte Kieselmasse und erscheint dann als ein harter Kieselkalk; hier ist offenbar die Kieselerde gleichzeitig und gleichartig mit der Kalkerde durch Morphologie aus Meerwasser entstanden und gewiß ist aller Grund vorhanden anzunehmen: daß auch der Trippel, als reines Kieselhydrat, auf analoge Art aus dem Meerwasser entstand.

Die nähere Betrachtung der Kreideformation lehrt recht deutlich, wie die bildenden Wirkungen eines Meeres nur auf gewisse Striche beschränkt sind und wie ein selbst hohes Meer eine lange Zeit hindurch eine Gegend bedeckt haben kann, ohne die mindesten Spuren seiner Wirksamkeit zu hinterlassen. Die Absätze des Kreidemeeres verfolgen wir durch das ganze westliche, nördliche und östliche Deutschland, wir finden sie am südlichen Abhange des deutschen Jura und in ungeheuerer Mächtigkeit in den Alpen; das ganze mittlere Deutschland war daher, doch wenigstens größtentheils, gewiß auch mit Meerwasser bedeckt und doch sind hier zur Zeit noch keine Spuren der Kreideformation aufgefunden.

Die Petrefacte, welche die Kreideformation auch in den nördlichen Gegenden führt, stammen von Organismen, die nur

mit solchen Analogie haben, die jetzo in warmen und heißen Gegenden leben, auch sind die Kreidepetrefacte der nördlichen und südlichen Gegenden sich höchst ähnlich; woher wir werden schließen können: daß die jetzige Verschiedenheit des Clima's noch nicht vorhanden war, sondern daß bis zu den nördlichen Gegenden ein sehr warmes Clima reichte.

---

§. 15.

Das Alpinische Gebirgssystem mit der Mels- und Flyschformation.

Eine Linie, die durch die Karpathen, die Alpen, das südliche Frankreich, Spanien und Portugal läuft, trennt in geognostischer Hinsicht das nördliche Europa von dem südlichen. Wir haben bisher die Verhältnisse des nördlichen Europa entwickelt, oder eine Darstellung des nördlichen Gebirgssystemes gegeben, bei welchem der östliche und westliche Theil mancherlei Verschiedenheiten darboten; wir wollen nun die Verhältnisse im südlichen Europa, oder das Alpinische Gebirgssystem darstellen, welches die Karpathen, Alpen, Apenninen, so wie alle Gebirge um das Adriatische und Mittelländische Meer begreift, bemerken aber, daß wir nur die Karpathen, Alpen und einen kleinen Theil der Apenninen (bis Genua) selbst untersucht haben, auf welche Gegenden sich daher vorzugsweise die Darstellung beziehet. Wir haben uns bestrebt, jene Gebirge ohne vorgefaßte Ansicht zu betrachten und die Lagerungsverhältnisse im Großen zu ermitteln, ohne uns durch einzelne Petrefacte oder Gesteinsähnlichkeiten bestechen zu lassen.

Der Hauptcharacter des Alpinischen Gebirgssystemes und die Hauptverschiedenheit von dem nördlichen Gebirgssysteme liegt unserer Ansicht nach darin: daß alle Flötzformationen vom Killas bis zur Molasse so zurückgedrängt sind, daß sie nur durch ein einziges Gebilde dargestellt werden, welches wir mit dem Namen der Melsformation be-

zeichnen und das verhältnißmäßig gar nicht einmal besonders mächtig und ausgedehnt vorkommt; daß dagegen aber die Kreideformation die Hauptmasse der Gebirge darstellt und mit einer Mächtigkeit und Verbreitung auftritt, wie keine andere Kalkformation, gegen welche auch die Kreide der nördlichen Gegenden unbedeutend erscheint. Weil hier die Verhältnisse so unendlich großartig sind, so zeigt sich Alles in einem andern Maßstabe, als sonst in dieser Formation. Eigentliche weiße, weiche, schreibende Kreide kommt hier gar nicht vor, dagegen treten häufig dunkelgefärbte Massen auf, die theils dem Lias= theils dem Grauwackengebirge sehr ähnlich sind; Petrefacte, die anderwärts die Kreide auszeichnen, kommen zwar hier herrschend vor, mit ihnen erscheinen auch Petrefacte, die sonst nur in viel ältern oder jüngern Schichten gefunden werden.

Obwohl viele Thatsachen dafür sprechen und es meine volle Ueberzeugung ist, daß in den Alpen kein Berg= Zechstein= Muschel= Lias= und Jurakalk mit Sicherheit bis jetzo nachgewiesen ist, sondern die Formationen, aus denen die Kalkalpen bestehen, oder das Alpenkalkgebilde, ein Aequivalent der Kreideformation ist, so zeigt diese sich hier unter so eignen Verhältnissen und diese unsere Ansicht steht noch so isolirt da, daß wir es für zweckmäßig hielten, die Verhältnisse der Alpinischen Kreide für sich darzustellen und wir bezeichnen sie hier mit dem Namen der Flyschformation, der keine besondere Eigenschaft bezeichnet, in alle Sprachen leicht zu übertragen ist und an ein Stratum erinnert, welches zu dieser Formation gehört; Flysch ist ursprünglich die Localbenennung für einen Sandstein, der im Berner Oberlande vorkommt.

Wenn man neuerlichst zwar allgemein sich überzeugt hat, daß die Kalkalpen nicht dem ältern Gebirge angehören, nicht der Grauwacken= Zechstein= und Muschelkalkformation, wenn man auch eben so allgemein uns bereits eingeräumt hat, daß ein großer Theil der Alpinischen Straten der Kreideformation angehöre, so zählt man doch auch eben so allgemein einen gro=

ßen Theil der Alpinischen Kalksteine zur Juraformation, wie es unter andern auch H. de la Beche, Sedgwick, Murgison, Boué thun; und es ist nicht zu leugnen, daß häufig Kalksteine vorkommen, die in mineralogischer und petrefactologischer Hinsicht ganz dem Jurakalke gleichen, aber so weit meine Kenntnisse reichen, fehlen bei diesen Kalksteinen alle Lagerungsbeziehungen, die wir bei der Juraformation finden, und sie verbinden sich mit den als Kreide anerkannten Schichten so innig, daß es ganz unthunlich seyn würde, sie von diesen zu trennen; daher hege ich die Ansicht, daß innerhalb der Alpen und selbst des ganzen Alpinischen Gebirgssystemes die Juraformation mit ihren entwickelten Eigenthümlichkeiten gar nicht vorkommt. Wie es in der Flyschformation Schichten giebt, die Petrefacte umschließen, wie man sie sonst nur in den Tertiairgebilden findet, so giebt es andere mit Petrefacten, die man sonst nur im Jura- selbst im Bergkalke und der Grauwacke antrifft; da aber den Lagerungsverhältnissen nach alle diese Straten nur ein einziges Schichtensystem bilden, so können wir, der Petrefacte wegen, nicht die eine Schicht zur Grauwacke-, die andere zur Tertiairformation rechnen, sondern haben anzunehmen: daß in dem Kreidemeere des südlichen Europa neben vielen andern auch solche Organismen lebten, die in dem Kreidemeere des nördlichen Europa nicht vorkamen, wenigstens von denen wir hier noch keine sicheren Spuren aufgefunden haben.

Das Alpinische und nordische Gebirgssystem hängen nur durch die Schweitz unmittelbar mit einander zusammen, nur hier sind daher directe Beobachtungen über die gegenseitigen Lagerungsbeziehungen möglich und als das vermittelnde Glied erscheint hier die Molasse. Während sie anderwärts durch das Quadersandstein- und Grünsandgebilde überlagert ist, wird sie durch die ganze Schweitz hindurch, von Genf bis nach Baiern, durch unsere Flyschformation bedeckt, gewöhnlich durch den Flyschsandstein, der mehr oder weniger mit Kalk wechsellagert; Diesen Sandstein kann man unmittelbar bis Wien verfolgen (Wienersandstein), derselbe bildet die Karpathen und einen

großen Theil der Apenninen (Karpathen und Apeninnen Sandstein); er verbindet sich auf das innigste mit einem Meerkalke, der untergeordnete Lager und Massen bildet; welcher innerhalb der Alpen meist unmittelbar den dasigen rothen Sandstein oder die Melsformation bedeckt. Macht man einen Durchschnitt durch die Alpen, z. B. von Werfen nach Salzburg, so zeigt sich nach dem rothen Sandstein erst Kalk, dann Sandstein (von Dürrenberg bei Hallein), dann Kalk, dann Sandstein, der mit Kalk wechsellagert; für die Localbeschreibung kann man einen ältern und jüngern Kalk unterscheiden, aber bei jedem andern Durchschnitte finden sich andere Verhältnisse und es dürfte sich wohl nicht bestätigen, wenn man mit Sedgwick und Murchinson hier eine ganze Reihe verschiedener Formationen zu sehen glaubt, die sich gleichmäßig durch die Alpen fortsetzten.

---

§. 16.

Die Melsformation oder der rothe Alpensandstein.

Der wesentliche Formationscharacter liegt darin: daß in dem Alpinischen Gebirgssysteme ein mächtiges, meist petrefactenloses Sandsteingebilde den Platz zwischen der Killas- und Flyschformation einnimmt, daher alle Formationen vom Zechstein bis zur Molasse vertritt. Der Name ist von dem Dorfe Mels in Graubündten entlehnt, wo dieser Sandstein verbreitet vorkommt und geschätzte Mühlsteine liefert. Es ist möglich, daß bei näherer Untersuchung sich Beziehungen zu unsern Flötzformationen ergeben mögen, so weit aber gegenwärtig die Verhältnisse bekannt geworden sind, scheint es nicht thunlich, auf bestimmte Art diese Sandsteinstraten mit unsern Flötzformationen zu parallelisiren.

Vorherrschend erscheint ein meist rother und grobkörniger Sandstein, dem Todtliegenden ähnlich, der nach unten grauwackenartig, nach oben feinkörnig und kalkig wird.

a) Untere Gruppe. Es herrschen halb kristallinische, oft grauwackenartige Sandsteine; häufig ist ein grobkörniger, conglomeratartiger, quarzreicher Sandstein, fast ohne Bindemittel, wo Glimmer= und Talkblättchen die Quarzkörner umgeben, der eine bedeutende Härte hat und an manchen Punkten, wie bei Mels in Graubündten, gute Mühlsteine liefert; oft wird er der grobkörnigen Harzer Grauwacke sehr ähnlich, wie bei Schemnitz in Ungarn; wenn Glimmer und Talkblättchen sich häufiger ausscheiden, gehet er in Talk=Glimmerschiefer, auch in granitische Gesteine über.

b) In der mittlern Gruppe, sehr verbreitet in Kärnthen, Steiermark, Tyrol rc., waltet ein weniger conglomeratartiger Sandstein vor, der ganz das Ansehn unseres Todtliegenden hat, mit einem Bindemittel von rothem Thone, der sich häufig in einzelnen Flötzen ausscheidet; dieser Thon oder Schieferletten erhärtet häufig zu einem festen rothen Thonschiefer, wie bei Glarus, Klagen, Furth rc. Die oft sehr feuerfesten Sandsteine dieser Gruppe dienen in den südlichen Kalk=Alpen zu Gestellsteinen der Hochöfen, und verändern sich hier durch die Einwirkung des Feuers zuweilen in vollkommnen Granit.

c) Die obere Gruppe wird aus feinkörnigen, bald röthlichen, bald grauen, oft thonigen oder merglichen, dünngeschichteten Sandsteinen gebildet, die theils mit Thon, theils mit grauem Kalksteine wechseln, indem der Kalk häufiger, der Sandstein schwächer wird, findet ein allmähliger Uebergang in die aufliegende Flyschformation statt; wo der Thon mächtiger wird, enthält er auch untergeordnete Massen von Gyps. Wo die untern Gruppen mit dem Flysch zusammenstoßen, findet gewöhnlich eine scharfe Trennung statt, die obere Gruppe verläuft sich dagegen so allmählig in den Flysch, daß eine scharfe Grenzlinie nicht wohl zu ziehen ist, wie dieß häufig im südlichen Tyrol beobachtet werden kann. Hier, besonders aber im Veronesischen ohnweit Schio, wechsellagert dieser feinkörnige rothe Sandstein mit bedeutenden Flötzen von grauem Kalksteine, der zuweilen die Plagio-

stoma striata führt (die auch in unserm Muschelkalke vorkommt); man hat wohl ein solches Kalkflötz für Zechstein, ein anderes für Muschelkalk und die dazwischenliegenden Sandsteine für Todtliegendes, bunten Sandstein und Keuper bestimmt, aber alle diese Sandsteine sind sich gleich, der Kalk bildet nur untergeordnete Lager und es dürfte nicht thunlich seyn, diese als Repräsentanten unserer verschiedenen norddeutschen Formationen zu betrachten. Petrefacte fehlen in den rothen Sandsteinen, nur da, wo sie unmittelbar in Flysch übergehen und in den hier untergeordneten Kalklagen finden sich meist schlecht erhaltene Reste von Meermollusken, die wahrscheinlich mit den Petrefacten der Flyschformation übereinstimmen werden.

Alle 3 Gruppen hängen auf das Innigste durch Uebergänge zusammen und deßhalb eben wird man diesen rothen Alpinischen Sandstein als eine eigene Formation zu betrachten haben, der andere Lagerungsbeziehungen hat als unser Todtliegendes, so sehr er diesem in einzelnen Localitäten gleicht.

Die Mächtigkeit der Formation ist verschieden, oft wohl sehr bedeutend, wie im südlichen Tyrol; ihr ursprüngliches Niveau mag wohl bis zu einigen Tausend Fuß ansteigen, aber plutonische Auftreibungen haben es örtlich sehr erhöhet; Erzlager sind noch nicht näher bekannt geworden, aber wahrscheinlich setzen die reichen Erzgänge in Ungarn in dieser Formation auf. In den nördlichen Kalkalpen werden mehrere Gypsstöcke derselben angehören.

Morphologische Umbildungen. Es wurde schon erwähnt, wie das thonige Cement öfter in besondern Straten hervortritt und dann zuweilen zu Thonschiefer verhärtet und wie andere grau gefärbte Straten öfter vollkommen der Grauwacke ähnlich werden, so daß diese Formation ganz dem Killas ähnlich wird. Bei Mels scheidet sich aus dem thonigen Cemente Glimmer und Talk aus, so daß in einzelnen Stücken der Sandstein ganz das Ansehn von Glimmerschiefer erhält. Bei Schruns ohnweit Bludenz in der Schweitz stehet neben dem rothen Sandsteine Glimmerschiefer an, nur durch ein kleines

Thal geschieden und überall findet man hier Stücke, die den vollkommensten Uebergang beider Gesteine bekunden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ein Theil des Schweitzer Glimmerschiefergebirges unserer Formation angehört, doch sind über diesen Gegenstand erst noch nähere Beobachtungen anzustellen. In Ungarn, am südlichen Fuße der Tatra und der Karpathen überhaupt, scheinen vorzugsweise Syenite, Porphyre, Trachyte und ähnliche Gesteine aus dieser Formation hervorgegangen zu seyn. Die kristallinischen Gesteine dieser Entstehung würden daher als Melsglimmerschiefer etc. zu bezeichnen seyn.

Die Sandsteine der mittlern Gruppe metamorphosiren sich häufig in einen rothen Melsporphyr, der ganz vollkommen mit unserm Psephitporphyr überein kommt und im südlichen Tyrol, besonders bei Merane, verbreitet auftritt, wo der unmittelbare Uebergang in Sandstein leicht zu beobachten ist, auch liegt dieser so klar vor Augen, daß man früher wohl meinte, daß der Sandstein aus zerriebenem Porphyr entstanden sey. In einiger Beziehung zu diesen rothen Porphyren stehen die dortigen dunklen und basaltartigen, selbst die syenitischen und trachytischen Gesteine, zu denen auch wohl die Granite von Predazzo etc. gehören, welche die südlichen Kalkalpen, besonders in Tyrol, so häufig durchsetzen; daher scheint es wohl wahrscheinlich, daß in der Melsformation, zum Theil wenigstens, die vulkanischen Heerde lagen, welche jene plutonischen Gebilde lieferten, die nach den verschiedenen Verhältnissen, die bei ihrem Hervortreten statt hatten, sich verschieden modificirten; wo die Masse in engen Spalten durch hoch aufliegende Gesteine sich einen Weg bahnen mußte, erscheint sie basaltartig; wo ganze Gebirgstheile aufschwollen, unter weniger hohem Drucke, bildete sich der rothe Porphyr. Die Erhebung dieser plutonischen Massen bedingte gewiß stets mehr oder weniger lokale Auftreibungen, aber anzunehmen: daß diese Gesteine große Gebirgsketten und den ganzen Alpinischen Gebirgszug erhoben hätten, dazu scheinen mir gar keine haltbaren Gründe vorzuliegen.

Die dunklen, basaltartigen Gesteine haben öfter wieder

eine entbildende Metamorphose erlitten, indem sie locker und thonartig erscheinen. Augit und Hornblend sind, mit Beibehaltung ihrer Form, häufig in Grünerde umgebildet; zuweilen hat dieser Fäulungsprozeß auch die ganze trappartige Masse ergriffen, die dann, wie im Veronesischen, in Grünerde verwandelt ist.

Geologische Beziehungen. Die Melsformation möchte meist mechanischer Entstehung seyn, erzeugt in einem ungeheuer langen Zeitraume, durch Gesteinstrümmer und thonigen Schlamm und nur in der jüngsten Gruppe war das Meer von directem Einflusse. Der gänzliche Mangel an Kalkgeschieben innerhalb der Melsformation spricht dafür: daß diese auch in ihren jüngsten Gliedern älter ist, als das Gebilde der Kalkalpen. Die Meeresschwankungen, die im nördlichen Europa den Zechstein und Muschelkalk hervorbrachten, scheinen auf das südliche Europa ganz ohne wesentliche Einwirkung gewesen zu seyn; auf ähnliche Art hat das Kreidemeer, welches die ganze Hauptmasse der Alpen bildete, im mittleren Deutschland fast gar keine Spur zurückgelassen. Der ursprünglich als Schlamm abgesetzte Thon, der den Sandstein cementirt und in ihm Schichten bildet, scheint hier, wie in andern Formationen, vorzugsweise dahin disponirt gewesen zu seyn, in chemische Action zu treten, sich in Glimmerfeldspath, Hornblende rc. zu differenciren und so plutonisch vulkanische Gebilde hervorzubringen. Daß jene Gegenden in so langen Bildungszeiträumen von allen Organismen entblößt gewesen seyn sollten, ist durchaus nicht wahrscheinlich, aber weil sich weder kalkige noch bituminöse Straten absetzten, erhielten sich keine Organismen.

Geographisches Vorkommen. Unsere Formation begleitet die, meist aus Killasglimmerschiefer bestehende, Centralkette der östlichen, östreichischen Alpen und ziehet sich auf beiden Seiten derselben bis nach Graubündten, mehr oder weniger mächtige, meist aber durch die Flyschformation bedeckte Plateau's bildend. In den südlichen Kalkalpen bildet sie weit fortsetzende Züge und breitet sich vorzüglich im südlichen Tyrol aus. Schon in Kärnthen wird sie von einigen Basalten be-

gleitet, wie aber in Tyrol sich die Sandsteine mehr verbreiten, vermehren sich auch die plutonischen Gesteine. In den nördlichen Kalkalpen, von Neustadt bis Graubündten, ist der rothe Sandstein wenig mächtig vorhanden und hier sehen wir auch die Kalkalpen nur sehr selten von plutonischen Gesteinen durchbrochen. In den Savoyschen Alpen, wo die Centralkette von Killasgesteinen fehlt, scheint auch die Melsformation nicht vorhanden zu seyn, oder wenigstens so tief zu liegen, daß sie unsern Augen verborgen ist. In den Karpathen ragt sie an einzelnen Punkten aus der Flyschformation hervor, wie in der Tatra, an deren östlichem Fuße der rothe Sandstein zwischen Granit und Alpenkalk liegt. An der westlichen Seite der Karpathen scheint die Melsformation ungemein verbreitet zu seyn, da hieher die Gesteine gehören möchten, die man gewöhnlich als das Grauwackengebilde von Schemnitz ꝛc. bezeichnet und die in innigster Beziehung mit den dortigen vielartigen plutonischen Gesteinen stehen. Ob die Melsformation in Italien vorkommt, ist noch nicht ermittelt; in Spanien erscheinen verbreitet rothe Sandsteine, die vielleicht hieher gehören.

Anhang. Die Arkoseformation. Im südlichen Frankreich, besonders in Burgund, verbreitet sich ein Stratensystem, welches mit unserer Melsformation in vieler Hinsicht Analogie hat, durch Cordier und Brogniart unter dem Namen von Arkoseformation bekannt geworden ist, deren Hauptcharacter darin bestehet, daß sie alle unsere Formationen, von der Grauwacke bis zum Lias, zu repräsentiren scheint. Es herrscht ein quarzreicher, grobkörniger Sandstein mit viel Glimmer und Feldspath; er gehet nach unten vollkommen in Granit über, mit dem er auch wechsellagert, daher der Granit durch Metamorphose aus dem Sandsteine entstanden seyn wird (Arkosegranit). Er führt Blei- Galmei- und etwas Kupfererze, auf welche in frühern Zeiten ein ausgedehnter Bergbau getrieben wurde; nach oben bekommt er Kalkcement, wechselt mit Kalkstraten und gehet so in den unmittelbar aufliegenden Lias über, dessen Petrefacte er auch dann führt.

§. 17.

Die Flyschformation.

Das der Melsformation, in Hinsicht der Altersfolge, zunächst liegende Stratensystem, ist die bereits erwähnte Molasseformation, denn beide werden durch die Flyschformation überlagert und gehen in sie über. Bei Hering in Tyrol wird der rothe Melssandstein unmittelbar von dem dortigen Kohlengebilde überlagert, welches wohl der Molasseformation angehört. Dem rothen Sandsteine zunächst liegt ein Kalkconglomerat, wie es häufig in der Schweitzermolasse gefunden wird; dann folgt das 50′ mächtige Kohlenflötz mit Straten von Süßwasserkalk, der auch die Kohlen überlagert, dann mit Molasse wechselt, welche mächtig das Kohlengebilde überdeckt; in der Nähe stehet Alpenkalk in bedeutenden Bergmassen an, deren Beziehungen zu dem Kohlengebilde hier nicht deutlich sind; die Molasse ziehet sich von hier am Fuße der Baierschen Kalkalpen fort, über Miesbach, Tegernsee, bis zum Bodensee; sie führt sehr häufig Kohlen, die denen von Hering und von Köpfnach ꝛc. ganz ähnlich sind, auch stets von stinkendem Süßwasserkalke begleitet werden; so finden wir sie bei Miesbach, bei Speinsberg und Braunersriedau am Wurmsee, bei Gemünd am Tegernsee, bei Schöngau, Rothenbach, Steingaden ꝛc. und in dieser Erstreckung wird es klar, wie die Molasse in Flyschsandstein übergehet und von dem Alpenkalkgebilde überlagert wird. Hat man sich erst mit dem Gedanken vertraut gemacht, daß die Molasse das Liegende der Kalkalpen bildet, so klären sich viele dunkle Verhältnisse auf.

Der wesentliche Character der Flyschformation liegt darin: daß sie, als Aequivalent unserer Kreideformation, im südlichen Europa, das Resultat der letzten hohen Meeresbedeckung ist, daher im Hangenden der Molasse und Melsformation liegt; wenn sie in Hinsicht der Lagerungsbeziehungen im Großen mit unserer Kreideformation übereinkommt, so tritt sie dagegen mit einer außerordentlich größern Mächtigkeit auf; sie zeichnet sich durch hohe steile Gebirgsmassen aus, durch

eigenthümliche Bergformen, besonders durch in einander gruppirte Kalkmauern, wie sie sonst nicht vorkommen. Die Kalk- und Sandsteine stehen in so innigen Lagerungsbeziehungen, daß man sie nur als für gleichzeitig gebildet erachten, sie nur für die Glieder einer Formation betrachten kann, wenn wohl strichweise Straten vorkommen, die ganz das Ansehn von Grauwacke und Thonschiefer, von Lias- und Jurakalk haben; die vorwaltenden Petrefacte sind zwar die, welche man gewöhnlich in der Kreideformation findet; zugleich erscheinen aber Orthoceratiten und andere Petrefacte, wie man sie sonst nur in dem Killas und Zechsteine findet, oder solche, die sonst der Juraformation eigen sind und andererseits organische Reste, welche sonst die tertiairen Straten auszeichnen.

Seit dem Jahre 1827 habe ich in Gemäßheit der angestellten Beobachtungen auszuführen gesucht: daß der Flysch das untere Kreidegebilde repräsentire, aber auch Petrefacte des Bergkalkes und der tertiairen Straten umschließe (s. meine Zeitschrift, Band V. Heft 3) und alle neuern Untersuchungen haben dieß bestätiget; daher erscheint es in den Alpen ganz unzulässig, aus den Petrefacten auf die Formation zu schließen, denn man findet in ein und derselben Schicht, oder in unmittelbar mit einander verbundenen Schichten, die Petrefacte des Berg- und Jurakalkes, der Kreide und der tertiairen Straten.

Wer sich mit Alpinischen Petrefacten beschäftigte, hat sich auch hiervon überzeugt, z. B. auch Prof. Bronn (Jahrbuch der Mineralogie 1832, pag. 180); Herr Graf Münster sagt in einem Schreiben vom 12. Juli 1832 (cit. loc. pag. 430): ich habe mich in Salzburg und Tyrol überzeugt: daß in einigen Lagen offenbar characteristische Versteinerungen mehrerer Formationen vereinigt vorkommen, während andere Lagen nur Versteinerungen der Lias- oder der Kreideformation ohne fremdartige Beimischung zeigen. Ich fand unter andern in der Gegend von Hallein röthlichen Kalk mit den Ammoniten, Belemniten 2c. der Liasformation, ohne eine Spur von

Orthoceratiten und Goniatiten, welche in einer höhern Schicht vorkommen.

Diesem nach scheint es uns ganz unthunlich, die alpinischen Gesteine nach den Petrefacten zu classificiren und z. B. eine Schicht deßhalb zur Lias- und Juraformation zu zählen, weil sie bloß Jurapetrefacte enthält und eine andere für tertiair zu bestimmen, weil sie tertiaire Petrefacte umschließt; deßhalb müssen wir uns einzig an die Lagerungsbeziehungen halten. Nachdem wir erkannten, daß die dunkeln Straten der Alpen, welche sehr große Aehnlichkeit mit Lias haben, ein der Flyschformation untergeordnetes Glied sind, erhielten wir immer mehr die Ueberzeugung, daß die Lagerungsbeziehungen der Juraformation in den Alpen nicht gefunden werden, daß es daher keinen Jurakalk in den Alpen gäbe, so höchst ähnlich auch mancher Alpenkalk in Hinsicht der Gesteine und Petrefacte dem Jurakalke ist.

Wie in der Kreideformation, so lassen sich auch in der Flyschformation mehrere Gruppen unterscheiden, die aber dort, wie hier wenig scharf von einander geschieden sind; in der untern Abtheilung, welche die mehr niedern Gegenden erfüllt, herrscht Sandstein und Mergel, während die erhabenern Bergmassen aus Kalk gebildet sind.

a) **Untere Gruppe. Gebilde des Wiener- Karpathen- Macingno- oder Flyschsandsteines**; früher meist als Kohlensandstein (von Beudant), oder bunter Sandstein bezeichnet, bildet die Hauptmasse der Karpathen (Karpathensandstein), die wälligen Vorberge der nördlichen Kalkalpen, wie das Kahlengebirge bei Wien (Wienersandstein), setzt von hier bis zur Schweitz fort, wo dieser Sandstein die Molasse überlagert und sich unmittelbar in diese verläuft.

Es herrscht ein grauer oder bläulicher deutlich geschichteter, wenig fester Mergelsandstein, meist etwas härter als die Molasse, reich an Glimmer und Kohlenpartikeln, wechsellagernd bald mit thonigem dunklem Mergel, meist reich an Fucusab-

drücken (Fucoidenmergel), bald mit Mergelkalk, der zuweilen ruinenförmige Zeichnungen hat (Florentiner Ruinenmarmor), zuweilen auch mit rothem Mergelschiefer; durch unendliche Modificationen verbinden und verlaufen sich der Sandstein, Mergel und Kalk; zugleich erscheinen auch mächtige Lager oder unförmliche Massen von Kalkstein, der oft zu außerordentlich hohen Mauern sich emporthürmt. Wo solche Kalkmassen in dem untern Theile der Formation liegen, hat man sie wohl als ältern Alpenkalk bezeichnet und die mehr im Hangenden liegenden Massen, als jüngern Alpenkalk, doch kann dieß nur für eine Lokalbeschreibung gebilliget werden, da diese Lagerungsverhältnisse nicht durchgreifend sind und die Kalksteine keine wesentliche Verschiedenheit zeigen. Wie in der untern Gruppe der Kreideformation sandige und kalkige Straten mit einander wechseln, wie mitten im Sande oder Sandstein häufig unregelmäßige, begrenzte, kalkige Massen vorkommen, so zeigt auch der Flysch ein ähnliches Verhalten, nur in unendlich größerm Maßstabe. Großentheils ist der Flyschsandstein der Molasse, in mineralogischer Hinsicht, sehr ähnlich, nur führt er andere Petrefacte, denn im Allgemeinen umschließt der Flysch nur Meerorganismen, die Molasse Landorganismen; wo beide Formationen mit einander vorkommen, in einander übergehen, wird bloß der petrefactologische Character sie unterscheiden lassen.

In einzelnen Localitäten nimmt aber der Flyschsandstein einen andern Character an; er wird zuweilen ungemein fest, grobkörnig, conglomeratartig, ganz der Grauwacke ähnlich, wie in den untersten Straten, auf der Grenze mit Glimmerschiefer ohnweit Wienerisch Neustadt, hinter Katzelsdorf und am Fuße der Wand; solche Straten gaben Veranlassung, hier Grauwackengebirge anzunehmen; mitten im lockeren Sandsteine erscheinen auch wohl sehr harte, dem Quarzfels gleichende Straten, wie am Gründten, bei Sonthofen in Baiern; sehr häufig ist ein lockerer kalkiger Sandstein, grünlich gefärbt, durch Glaukonitkörner (wie in der Gosau ꝛc.); dem Greensand höchst ähnlich (Grünsand der Alpen), der aber nicht in einem be-

stimmten Lagerungsverhältnisse gegen den Sandstein überhaupt zu stehen scheint; diese Varietät ist zuweilen reich an körnigem Thoneisenstein, der dem Gesteine ein braunrothes Ansehn giebt, wie am Kressenberge in Baiern; während in den dunklen thonigen Straten meist nur Reste von Meerespflanzen (Fucusarten) vorkommen, umschließt dieser kalkige Sandstein viele Reste von Seethieren; in dem grünen Sande findet man besonders die Gattungen Gryphaea (spirata), Ampullaria, Cardium, Cypricardium, Crassatella, Inoceramus etc.; und von Korallen die fungia polymorpha (Cyclolithes); der körnige Thoneisenstein führt außer Krebsen und Echiniten häufig die Gattungen Nummulites, Arca, Pectunculus, Pleurotoma, Natica, Trochus, Fusus, Conus etc., der Mergelsandstein enthält, z. B. an der Wand die Gattungen Tornatella, Hippurites, Cerithium, Cancellaria, Turritella, Corbula und viele andere; überall kommen hier eine Menge Petrefacte vor, wie man sie sonst nur in tertiairen Straten findet, vermengt mit Kreidepetrefacten.

In Savoyen und einem großen Theil der Schweiz, in den Umgebungen des Montblanc und Gotthard, nimmt das Sandsteingebilde, welches hier fortwährend mit Kalkstein wechsellagert, einen eigenthümlichen Character an, es erscheint meist sehr verhärtet, dunkelgefärbt, zuweilen scheidet sich selbst Augit aus (wie in dem Rallingersandstein); hierdurch erhalten diese Sandsteine oft ganz das Ansehn von Grauwacke und Quarzfels, daher man früher die Gesteine der Umgegend von Bex für ausgezeichnetes sogenanntes Uebergangsgebirge hielt; da man später in diesen Sandsteinen tertiaire Petrefacte fand, so rechneten man sie den tertiairen Straten zu. Der merkwürdige Uebergang dieser Flyschsandsteine in Glimmer- und Talkschiefer, Granit, Serpentin rc., wird weiter unten ausführlicher erwähnt werden.

Untergeordnet führt der Sandstein Straten von Kohle (Flyschkohle), wie bei Meiersdorf ohnweit Wienerisch Neustadt, Althofen, Prevali in Kärnthen rc., die selten und

wenige Pflanzenreste umschließen, aber häufig Mollusken, wie die Gattungen Ampullaria, Cerithium etc., daher wohl mehr unter einem flachen Meere als auf festem Lande gebildet sind; Eisensteinlager kommen bei Sonthofen, Bergen ꝛc. vor; es ist meist ein körniger Kalkeisenstein; aus diesem liefern die Maximilianshütte von Bergen bei Traunstein 20,000 Centner Eisen, die Hochöfen von Achthal und Röhrenbach 10,000 Ctr. der Hochofen von Sonthofen 8,000 Ctr. Roheisen.

Längst den nördlichen Kalkalpen umschließt der Sandstein theils Klötze von Gyps, theils Massen von (Thon) Gyps und Steinsalz, wodurch das sogenannte Hasselgebirge gebildet wird, wie im Oestreichischen Salz-Kammerguthe bei Hallstadt, Ischel, Hallein, in Tyrol bei Hall ꝛc. Innerhalb dieses Hasselgebirges, welches große unförmliche Klötze in Mergelsandstein bildet, hat dieser seinen ganzen Kalkgehalt verloren und ist dadurch zu wasserdichtem Thon geworden, welcher kleinere und größere Stücke von Gyps und Steinsalz umschließt. In diesem Hasselgebirge arbeitet man flache Weitungen aus, die mit hineingeleiteten Tagewässern ausgefüllt werden; indem diese besonders gegen die Decke wirken, fällt das hangende Gestein herab, wobei das Wasser das darin enthaltene Steinsalz allmählig auflöst und so mit der Zeit zu gesättigter Soole wird, die dann abgeleitet und versotten wird. Salzquellen kommen in der Nähe dieser Steinsalzlager nicht vor, denn es ist ein Hauptcharacter derselben, daß sie ganz trocken sind, daß nicht ein Tropfen Wasser innerhalb derselben erscheint, und darauf allein sind die künstlichen Vorrichtungen basirt, die zum Auslaugen des Gebirges nothwendig sind; eine Quelle, wenn sie auch das Hasselgebirge durchströmte, würde gleich das ihr zunächst liegende Salz ausgelaugt haben und dann in ganz wasserdichtem Thone fließen. Gleichwohl ist die Flyschformation nicht ohne Salzquellen; bei Reichenhall in Baiern, bei Bex in der Schweitz entspringen sie aus rissigem dunklem Mergel, der untergeordnete Lager in Sandstein bildet und da kein Steinsalz führt, wo diese Quellen vorkommen. Bei Reichenhall, (wo die Salinen in Verbindung mit denen von Traunstein und Rosen-

hain jährlich über 20,000 Last produciren) kommen dicht neben einander eben so viele als verschiedenartige Quellen vor, alle von bestimmter Qualität, Quantität und Temperatur; in der unmittelbaren Nähe der stärksten Salzquellen erscheinen noch viel stärkere süße Quellen, die man durch den Grabenbach ableitet; wer die Salzquellen hier aus Steinsalz ableiten will, hat das Problem zu lösen, wie aus dem Steinsalze süße Quellen entstehen können und wie aus einem so rissigen Gebirge, daß es nicht möglich ist, ein frisches Bruchstück daraus zu schlagen, dicht neben einander die verschiedenartigsten Quellen ausströmen können, ohne sich zu vermischen.

Nur in den Karpathen, zwischen Jablunca und Sillein, verläuft sich zu oberst der Flyschsandstein in ein Stratensystem von hellem trippel- und kreideartigem Mergel, höchst ähnlich dem Sächsischen Plänerkalke und dem Trippel von Bodenmöhr.

b) Mittlere Gruppe. Gebilde des dunklen Flyschkalkes (Hochgebirgskalk, Schnürelkalk, Lias, Thonschiefer und Grauwacke der Alpen). Es herrscht ein dunkelgefärbter, schwärzlicher Mergelkalk, bald mehr thonig, bald mehr sandig oder kalkig, dann gewöhnlich durchzogen mit weißen Kalkspathadern (Schnürelkalk); liegt in den östlichen Alpen häufig zwischen dem Sandsteingebilde und dem hellen Alpenkalke, so auch in den Schweitzer Alpen, hier nur vielmehr entwickelt, die Hauptmasse des Gebirges bildend; reich an Zwischenlagern von Sandstein; er gehet über und wechsellagert mit dunklem, thonigem, schiefrigem Mergel, der zuweilen zu einem ganz vollkommnen Thon- und Dachschiefer wird (wie am Plattenberge bei Glarus in der Schweitz, in den Apenninen bei Genua rc.), ferner mit quarzigem oft dunklem Kalke (Stockhorn in der Schweitz) dunklem, zum Theil sehr hartem quarzigem Sandstein, der öfter Glaukonitkörner führt, oder statt derselben wohl Hornblende und Augit (Taviglianoz- oder Diablerets Sandstein in der Schweitz), der aber anderseitig auch mit grauem dichtem Kalksteine in Verbindung tritt.

Untergeordnet erscheinen Kohlen, zum Theil als Anthrazit, zum Theil selbst in Graphit umgebildet (wie in Savoyen am Col de Chardonnet, auf den Diablerets bei Bex, bei Briancon, in Kärnthen bei Miesling ꝛc.) die von Pflanzenresten begleitet werden, in deren unmittelbarer Nähe auch Mollusken vorkommen; auch Gyps und etwas Steinsalz, wie bei Bex in der Schweitz.

In den westlichen Alpen liegt meist zu unterst ein hellgrauer Kalk (Lowerzer See, Voirons bei Genf ꝛc.), dann folgen dunkler Kalk und Sandstein (Altorf, Simmenthal) hierauf wieder dunkler Kalk und Mergel, bedeckt theils durch Sandstein (Diablerets), theils durch hellen Kalk, doch ist in dieser Stratenfolge gar keine durchgreifende Regel, keine Folge von verschiedenen Formationen zu erkennen.

Indem sich Glimmer- und Talkblättchen ausscheiden, gehet der Mergel in Talk- und Glimmerschiefer über (Chur in Graubündten); der Kalk und Gyps nehmen dann eine kristallinische Form an, führen Glimmer, erscheinen dann als Urkalk und Urgyps. Indem sich Quarz und Feldspath deutlicher ausscheiden, verlaufen die Gesteine sich in Gneis, Protegine, Granit, Porphyr. Diese kristallinischen Gesteine finden sich vorzüglich in den Schweitzer Alpen, in den Umgebungen des Gotthard und Montblanc, wo die Uebergänge und Wechsellagerungen mit Flyschsandstein auf der Hochgebirgskette vielfach zu beobachten sind.

Der dunkle Mergelkalk führt im Allgemeinen wenige Petrefacte, nicht selten Ammoniten, Belemniten, Terebrateln ꝛc., der schiefrige Mergel ist oft reich an Fucus-Arten, der Thonschiefer führt stellenweise Schildkröten und Fische am Plattenberge bei Glarus; die Anthrazitkohle wird von Pflanzenresten begleitet, denen der Psephit- und Gritkohle sehr ähnlich; die untergeordneten, meist kalkigen Sandsteinstraten (alte Fahlun's), zeigen die meisten und verschiedensten Petrefacte, zum Theil an sehr hohen Punkten (Diablerets) die Analogie haben

theils mit denen des Grobkalkes (Diablerets), theils mit denen des Greensand (Servoz), so besonders Hamites funatus, Cerithium Diaboli, Turrilites Bergeri, Inoceramus sulcatus, Scaphites aequalis, Spatangus coranguinum etc.

Diese mittlere Gruppe ist eben so wenig scharf von der untern als von der obern getrennt; in den westlichen Schweizer Alpen ist sie besonders mächtig, zugleich aber auch durch plutonische Umbildungen großentheils bedeutend verändert; die Sandsteine sind meist sehr verhärtet und haben häufig eine dunkle Färbung erhalten.

c) Obere Gruppe, Gebilde des hellen Flysch- oder Alpenkalkes (Alpen- oder Apenninenkalk, Jurakalk und Scaglia oder Kreide der Alpen). Es herrscht reiner, hellgefärbter, dichter Kalkstein, meist in steilen, mauerförmigen Massen, welche die größten Höhen der Kalkalpen bilden, liegt theils auf dem dunklen Kalke, theils auf Flyschsandstein, theils lagerartig zwischen diesen, oder stößt, wie es am häufigsten der Fall ist, in steilen Massen aus dem Sandsteine hervor; dem dunklen Mergel oder Sandsteine zunächst liegt gewöhnlich ein grauer Mergelkalk, erfüllt mit Kalkspathadern, oder ganz durchzogen mit feinen Rissen (der rissige graue Alpenkalk), dann zertheilt sich das Gestein leicht in eckige Stücke, zuweilen so fein als Sand (z. B. bei Baaden ohnweit Wien); den Rissen zunächst ist das Gestein auch wohl ganz locker und merglich, wodurch es ein conglomeratartiges Ansehn erhält. Nach oben waltet ein weißer, zuweilen auch rother, dichter, fester Kalkstein vor, meist undeutlich oder gar nicht geschichtet, steile Mauern bildend, an einzelnen Puncten auch schiefrig, wie der lithographische Stein (Fischschiefer von Monte Bolca 2c.) oft dolomitisch, dann scharfe Nadeln bildend, die leicht zerfallen, während sich immer neue bilden; zuweilen führt der Kalkstein auch feuersteinähnliche Knollen von Hornstein, erhält aber höchst selten eine lockere, kreideartige Consistenz (nicht diese kreideartige Modification, sondern überhaupt den hellen, dichten,

harten Kalkstein nennt man im Vicentinischen **Scaglia**). Durch Uebergänge, Wechsellagerung und in einander Vorkommen ist dieser dichte Kalk mit dem dunklen Kalke und dem Sandsteine verbunden.

Der rissige Kalk und der Dolomit zeigen wenige Petrefacte, deßhalb, weil sie in ihrer innern Textur eine wesentliche Veränderung erlitten haben; der dichte helle Kalk führt viele Petrefacte, die häufig mit der Gesteinsmasse so verschmolzen sind, daß ihre Formen erst bei der Verwitterung hervortreten; besonders erscheinen Korallen, Enkriniten, Nummuliten und viele andere Mollusken; viele gleichen denen der Kreide und des Grobkalkes, andere denen des Jurakalkes; oder, wie die Orthoceratiten, denen des Bergkalkes; noch andere stehen zur Zeit sehr isolirt, wie die Gattungen Monotis und Halobia.

Petrefacte der Flyschformation. Von Pflanzen erscheint die Gattung Fucoides in vielen Arten durch die ganze Formation verbreitet; in dem dunkeln Mergel, der mit Flyschsandstein wechselt, findet sich besonders Fuc. Targionii und aequalis; auch der Kalkschiefer vom Monte Bolca umschließt mehrere Arten dieser Gattungen. Nur sehr selten und an einzelnen Localitäten zeigen sich Reste von Sumpfpflanzen, welche die erwähnten Anthrazitlager begleiten und gleichen denen der Psephitformation, wie Calamites Cistii, Lithodendron ornatissimum, Sigillaria etc. Korallen bilden häufig ganze Riffe; in Menge erscheinen Astrea agaritis; Caryophillia; Diploctenium cordatum, Fungia polymorpha, Lythodendron granulosum, Meandrina agaricitis; Spongus coarctatus, Turbinolia cuneata und andere. Die ungemein verbreitete Gattung Hippurites scheint ihrem ganzen Wesen nach sich viel mehr den Korallen als den Muscheln anzuschließen. Von Radiarien zeichnen sich aus: Ananchytes pustulosa, Cidarites imperialis, Echinus cyclostoma, Clypeaster Brogniarti, Galerites depressus, Nucleolites rotula, Spatangus coranguinum und Encrinites; von Mollusken: Ammonites Deluci und Conybeari, Ampullaria

conica, Anatina, Arca, Belemnites, Bulla lata, Cardium triquetrum, Cassis avellana, Cassidaria carinata, Cerithium Diaboli, Chama Calcarata, Conus giganteus, Corbula Crassatella, Cytherea, Diceras lucii, Fistulana lumbricalis, Gryphaea spirata, Hamites funatus, Hemicardium tuberculatum, Inoceramus sulcatus, Isocardia oblonga, Marginella ovulata, Melania costellata, Melanopsis, Natica glaucinoïdes, Nummulites complanata, Orthocera communis, Ostrea anomalis, Pecten quadricostatus, Pectunculus cor, Pileopsis semiglobata, Plagiostoma Mantelli, Pleurotoma carinata, Pyrula clathrata, Scaephites aequalis, Serpula muricata, Terebellum convolutum, Terebratula plicatilis, Tornatella, Trigonia, Trochus dubius, Turritella „Venus senilis, Voluta ficulnea etc. Kruster (besonders die Gattung Cancer), finden sich in manchen Strichen häufig, wie bei Sonthofen, so auch Fische, wie bei Glarus, besonders aber am Monte Bolca und der benachbarten Gegend, von wo man bereits 45 Gattungen mit 120 Arten kennt; in vielen Exemplaren zeigen sich die Gattungen Caecilia, Centriscus, Chaetodon, Clupea, Labrus, Perca, Raja, Scomber, Zeus etc.; von Schildkröten kennt man von Glarus die Gattung Chelonia.

Der reine mauerförmige Kalk umschließt außer Korallen besonders Ammoniten, Belemniten, Orthoceratiten, auch die Gattungen Diceras und Halobia; der oft rissige Mergelkalk führt besonders die Hyppuriten und großen Tornatellen.

Die Mächtigkeit der Formation ist, wie schon der Augenschein lehrt, sehr bedeutend; sie beträgt in den Karpathen 3 — 4000′, in den Alpen oft über 5000′. Das allgemeine, ursprüngliche, nicht wesentlich durch spätere Auftreibung erhöhete Niveau, wie man es herrschend in den Karpathen und östlichen Alpen findet, mag 3 — 4000′ betragen und wohl kaum bis 6000′ ansteigen; durch plutonische Erhebungen erreicht aber die Formation an einzelnen Stellen, wie in der Umgegend des Montblanc, bis über 12,000′ Höhe.

Von Erzen führt der Flyschsandstein öfter Kalkeisenstein (wie bei Sonthofen, Bergen rc.); der dunkle Mergel zuweilen Spatheisenstein, der vermuthlich durch Umbildung von thonigem Sphärosiderit entstand (wie bei Misling in Kärnthen); der dunkle Kalk ist, bei Idria in Krain, reich an Quecksilber und der helle Alpenkalk umschließt Stöcke von Blei- und Galmeierzen (wie bei Raibl in Kärnthen, in den Baierischen Kalk-Alpen rc.). Alle diese Erze finden sich unter solchen Verhältnissen, daß sie mit dem Muttergesteine offenbar gleichzeitig und gleichartig entstanden; eine Sublimation derselben von unten ist hier wohl nicht denkbar. Erzgänge finden sich blos in den pyrotypischen Gesteinen der Formation, wie in Ungarn.

Morphologische Umbildungen. Kaum findet man in einer andern Formation so viel- und großartige Umbildungen, als in der Flyschformation; in ungeheuren Massen treten hier kristallinische Gesteine hervor, in so inniger Beziehung zu den stratificirten, daß dieses Verhältniß eben der Grund ist, weßhalb man das relative Alter der Flyschformation bis jetzo verkannte. So lange man von der Ansicht ausging, daß Granit, Gneis, Thonschiefer, Grauwacke nur Produkte einer Urzeit, oder der ältesten Erdperiode seyn könnten, mußte man auch den Flötzstraten, die in der Schweitz mit diesem im innigsten Connex stehen, ein hohes Alter zuschreiben; nachdem man aber fand, daß diese nur als das Aequivalent sehr neuer Flötzstraten zu betrachten sind, so folgt von selbst: daß jene kristallinischen Gesteine noch jüngerer Entstehung sind, und bei Betrachtung dieser Verhältnisse wird es uns anschaulich, wie das ganze sogenannte Ur- und Uebergangsgebirge ursprünglich aus eben so lockerm Mergelschiefer und Sandstein bestanden haben mag, als es bei der Flyschformation noch großentheils der Fall ist.

Die plutonischen Umbildungen haben nicht überall gleichmäßig, sondern nur strichweise statt gefunden; während daher die Flyschformation in einigen Gegenden ganz den Character einer jungen Flötzformation trägt, erscheint sie an an-

dern Punkten in der Form von Urgebirge. Nur scharfe Beobachtungen der Lagerungsbeziehungen können hier als Führer dienen und man muß hier von dem mineralogischen Character der Gesteine sich gar nicht täuschen lassen; im Laufe der Alpen erscheinen Thonschiefer und Grauwacke der Killas-Mels- und Flyschformation, die mineralogisch sich ganz ähnlich sind; dasselbe ist bei dem Gneis und Granit der Fall; das ganze granitartige Gebirge der östlichen Oestreichischen Alpen wird aus der Killasformation und wahrscheinlich schon vor Bildung der Flyschformation entstanden seyn; aber das granitische Gebilde der Schweitzer Alpen, welches auch einen etwas andern Character trägt, entstand aus und nach dem Flysch.

Zu den kristallinischen Gesteinen der Kalkreihe gehören: Gyps, Steinsalz, Dolomit und kristallinischer Kalk. Gyps allein, oder in Verbindung mit Steinsalz, erscheint gewöhnlich umgeben von wasserdichtem Thone, in klötzförmigen Massen mitten im Sandsteine, der seinen Petrefacten nach unter dem Meere sich absetzte. Daß diese Massen chemisch und ursprünglich so gebildet wären, wie wir sie finden, ist ganz unwahrscheinlich; gegen das Entstehen durch Sublimation spricht das Vorkommen mitten in unverändertem Sandstein und kaum bleibt etwas anderes übrig, als anzunehmen: daß Gyps und Steinsalz sich aus den Kalktheilchen, durch einen morphologischen Prozeß erzeugt hätten, wahrscheinlich hat dieser noch gegenwärtig nur höchst langsam statt; denn in den Oestreichischen Sinkwerken bekleiden sich die Stollen mit Gyps und kohlensaurem Natron; in Bex cementirt das Steinsalz ein Conglomerat von wahrscheinlich sehr neuer Entstehung; in Hallstadt will man die Beobachtung gemacht haben, daß das, vor sehr langen Zeiten, ausgelaugte Hasselgebirge wieder Salz, Gyps und Anhydrit, auf ganz ähnliche Art enthalte, als das unausgelaugte, nur in viel geringerer Menge.

Die kristallinischen Dolomite mit ihren pittoresken Formen sind in der neuern Zeit vielfach besprochen worden, und man ist darüber wohl einig, daß diese kristallinische Structur nicht eine

ursprüngliche ist. L. v. Buch stellte die Ansicht auf, daß bei Erhebung der Augitporphyre durch verflüchtigte Talkerde der Dolomit erzeugt seyn würde. Hiergegen hat unter andern Prof. Zeuschner (Zeitschrift für Mineralogie, Juli 1829) triftige Einwendungen gemacht und die Kalkformationen enthalten so häufig einen Gehalt an Talkerde, daß diese nicht von außen zugeführt zu werden braucht. Dieser Magnesiakalk hat vielmehr Neigung, in kristallinischen Formen aufzublühen, als der reine kohlensaure Kalk und es ist wohl möglich, daß sich noch gegenwärtig Kalkstraten in kristallinische Dolomite umbilden.

Der graue Alpenkalk zeigt oft eine entgegengesetzte Umänderung; er wird von feinen Spalten durchzogen, die zuweilen so häufig und fein sind, daß das Gestein in feinen Sand zerbröckelt; diesen Rissen zunächst erscheint an manchen Punkten die Masse ganz locker und merglich, während sich in der Mitte ein harter, reiner Kalk concentrirt, wodurch das Gestein ein conglomeratartiges Ansehn erhält, indem es scheint als lägen eckige Kalkstücke im lockeren Mergel. Manche Kalk- und Serpentin-Conglomerate in den Italienischen Alpen und Apenninen scheinen ihren Ursprung einer solchen, gewiß noch fortdauernden, chemischen Umbildung zu danken.

Wer den Pilatusberg im Canton Glarus, oder die Gegend von Genua gesehen hat, erhielt auch gewiß die Ueberzeugung, daß der sonst so lockere Flyschmergel sich durch Verhärtung in den vollkommensten Thon- Dach- und Tafelschiefer umbilden kann; in der Gegend von Sonthofen wechsellagert harter Quarzfels auf solche Art mit dem lockeren gewöhnlichen Flyschsandsteine, daß man gar nicht zweifeln kann, wie jener aus diesem entstanden sey; Lager von einer harten, vollkommenen Grauwacke, ganz wie man sie auf dem Harze findet, trifft man häufig zwischen lockerem Mergelsandstein, wie an der Wand bei Neustadt, bei Altorf, Ber rc. und sie können nur aus diesem durch Verhärtung entstanden seyn.

Solche Uebergänge in sogenannte Uebergangsgesteine bereiten den Wanderer vor, zu den noch viel interessantern Ueber-

gängen in die sogenannten Urgesteine, die überall in den Umgebungen des Gotthards und Montblanc vor Augen liegen, auch von allen genauen Beobachtern erwähnt werden. Der so besuchte, von Ebel und Lusser (Denkschriften der Schweizerischen Gesellschaft I.) so genau beschriebene Weg vom Rigi über Altorf nach dem Gotthard lehrt ganz deutlich, wie sich die Sand- und Kalksteine der Flyschformation in das kristallinische, sogenannte Urgebirge umbilden; die Molasse wird zunächst von stratificirtem, grauem Kalksteine überlagert, reich an Nummuliten, Belemniten und vielen andern Petrefacten, der auch einzelne Lager von Sandstein umschließt; bei Altorf und bis Burglen erscheinen die Sandsteine häufiger, zum Theil schon verhärtet, grauwackenartig, der dazwischen liegende Mergel wird Thonschiefer, aus dem Kalksteine sondern sich häufig Glimmerblättchen aus, die Petrefacte sind aber noch ganz deutlich; von da bis Ernstfelde wird der Sand und petrefactenreiche Kalk durch viel Glimmer ganz gneisartig; der Kalkstein führt schon Quarz und Feldspathkristalle, weiter herauf erscheint nur überall gneisartiges Gestein, der Kalkstein ist ganz kristallinisch, gleichwohl kann man noch oft dieselben Petrefacte erkennen, als in den untersten Kalkstraten. Nun herrscht weit hin ausgezeichneter Gneis und Granit; aber im Urserenthale am Botzberge treten wieder gewöhnliche unveränderte Flyschgesteine hervor, die auf Granit liegen und von diesem bedeckt werden; der Kalk führt die gewöhnlichen Petrefacte, der Mergelsandstein gehet an den Rändern unmittelbar durch Aussonderung von Glimmer und Feldspath in Granit über.

In der Gegend von Chur herrscht der dunkle Flyschmergel, der mit Mergelsandstein wechsellagert; in einzelnen Schichten hat sich das Cement in Glimmer umgebildet, welcher die Quarzkörner umgiebt und man kann hier Handstücke schlagen, die auf einer Seite vollkommener Gneis, auf der andern der gewöhnliche Flyschsandstein sind; dieses Verhältniß zeigt sich im Großen auf dem ganzen Wege über den Splüger; neben dem Sandsteine stehet oft ausgezeichneter Gneis, aber

bei den meisten Felsen ist man zweifelhaft, ob man sie als Sandstein oder Gneis bestimmen soll.

Das schöne Wallisthal wird von Leuck bis Sitten von Felsen begrenzt, die aus dem dunklen Flyschgebilde bestehen; dunkler Mergel, Sandstein und petrefactenreicher Kalk finden sich in steter Wechsellagerung. Bei Sitten und Martinach werden einzelne Straten von Sandstein durch Glimmerblättchen gneisartig, der dunkle Mergel erhärtet zu Thonschiefer, der Kalk sondert Blättchen von Glimmer aus. Steigt man nun über den Forclaz nach dem Montblancgebirge, durchwandert das Valorsine und Chamounietbal, da treten jene einzelnen kristallinischen Schichten viel häufiger auf, und der ganze Gebirgszug bekömmt dadurch das Ansehn von sogenanntem Urgebirge. Glimmer=Talkschiefer und gneisartige Gesteine erscheinen häufig; besonders verbreitet ist auch das Gestein, welches **Saussure Protegine** nannte; es bestehet aus Feldspath, Quarz und Talk oder Chlorit; es ist ein Granit, der aber immer noch ein gleichsam flötzartiges Ansehn hat und Hugi nennt es gar nicht mit Unrecht Halbgranit; ungemein häufig sind die kristallinischen Kalkgesteine, die man wegen ihrer eigenthümlichen Form mit den sie begleitenden Gesteinen als die **Formation de calcaire stéaliteux** bezeichnet hat; der Kalk ist häufig kristallinischkörnig (Urkalk), hat viele Glimmer= und Talkblättchen, wird auch durch Quarz und Feldspath porphyrartig, gehet häufig in Talk= und Chloritschiefer über, führt Lager von kristallinisch körnigem Gypse, über die man sich lange gestritten hat, ob sie zum Ur= oder Uebergangsgebirge gehören; mit diesen Gesteinen wechsellagern Thonschiefer und Grauwacke; aber auch der Sandstein, Mergel und petrefactenreiche Kalk, wie er die Berge in Wallis, Glarus und die ganzen Schweitzer Kalk=Alpen bildet; es erscheinen aber auch wirklich ausgebildete Granite und Porphyre, theils in großen Massen, theils gangartig, alle Gesteine durchsetzend und im Valorsine Thale sonderbare Conglomerate, wo die eingemengten Granitstücke mehr chemische Ausscheidungen als eingemengte Bruchstücke zu seyn scheinen. Professor Necker in Genf hat seinem

Mémoire sur la vallée de Valorsine (in den Mémoires de la soc. de physique de Genève. IV v. J. 1828) Durchschnitte beigefügt, die ein ohngefähres Bild geben, wie die sogenannten Urgesteine mit dem gewöhnlichen Sandstein, Mergel und petrefactenreichen Kalkstein wechsellagern, aber die Verhältnisse der Natur selbst lassen sich bildlich gar nicht treu wiedergeben, es ist nicht möglich, die Uebergänge alle klar darzustellen, es ist meist willkührlich, ob man ein Stratum Sandstein oder Glimmerschiefer nennen will; die Kalklager erscheinen hier als Flötzkalk, dort als sogenannter Urkalk; die kristallinischen Gesteine verlaufen sich auf solche Art in die gewöhnlichen, oft petrefactenreichen, stratificirten Flyschgesteine, daß nirgends eine genaue Grenze zu ziehen ist, und im Großen erkennt man fast noch überall die Spuren der Schichtung. Hier haben nicht aufgestiegene Granite etwa ihre nächsten Umgebungen verändert, sondern die ganze Gebirgsmasse hat im Allgemeinen eine andere Form angenommen; der Gneis, Glimmerschiefer, wie die Protegine, entstanden offenbar aus Flyschsandsteinen, in denen sich das Cement in Glimmer umbildete, der Urkalk, der Calcaire stéaliteux bildete sich aus Flyschkalk, indem der Kalk kristallinisch wurde, indem die Talkerde sich nicht mit der Kalkerde zu Braunspath, sondern mit der Kieselerde zu Talk verband und kristallisirte.

Wie man sich in Sachsen, Thüringen, Schlesien 2c. davon überzeugt, daß der dortige Glimmerschiefer, Gneis, Grünstein 2c. durch Umbildung aus Thonschiefer hervorging, wie im Saalkreise, in Sachsen 2c. die Uebergänge dafür sprechen: daß eine große Reihe von Porphyren der Umbildung des Sandsteines ihren Ursprung verdanken, so erhält man in den Schweitzeralpen die Ueberzeugung, daß die dortigen sogenannten Urgesteine durch Umbildung, durch Kristallinischwerden der Flyschstraten entstanden; wo dieser Prozeß unvollkommen statt hatte, da erzeugte er die halbkristallinischen Gesteine, wo er am vollkommensten, am intensivsten wirkte, da gingen die Granite und Porphyre hervor, die in mehr oder weniger flüßiger Form auf-

traten, die aufliegenden Massen erhebend und gangartig durchsetzend.

Die sogenannten Urgesteine der Gotthard- und Montblanckette, die offenbar sehr neuen Ursprungs sind, bezeichnen wir daher als das kristallinische Stratensystem der Flyschformation, welches sich aus den neptunischen Straten derselben, auch zum Theil vielleicht aus den unterliegenden Straten der Molasse herausbildete, indem die innern kristallinischen Thätigkeiten rege wurden; was vorher als amorphysche Kiesel-, Thon-, Talk-, Kalkerde rc. im Schooße der Erde ruhete, blühete unter gewissen Verhältnissen in kristallinischen Formen auf, die hierbei sich aufbläheten, zum Theil die Decke sprengten und zu Tage traten. Das ohngefähre Analogon eines solchen Prozesses sehen wir häufig an manchen Schwefelkiesen, die unter gewissen Verhältnissen sich in kristallinischen Vitriol umbilden, zerreissen, sich aufblähen rc. dadurch allein, daß eine kristallinisch-chemische Thätigkeit erweckt wird. Indem jener Umbildungsprozeß in einer ungeheuer mächtigen Masse von Flysch und Molasse statt hatte, brachte er das großartige Phänomen hervor, durch welches die Gotthard- und Montblanckette in die Höhe stieg, die ganze umliegende Gegend mit erhoben wurde.

In andern Theilen des Alpinischen Gebirgssystemes, wo der Flysch weniger mächtig auftritt, finden sich auch die plutonischen Umbildungen weniger großartig; in den östlichen, Oestreichischen Alpen erheben sich Serpentine (bei Weidhofen, Speier rc., Porphyre und Trachyte (bei Cilly in Kärnthen), die mit dem Flyschsandsteine so innig durch Uebergänge verbunden sind, daß sie offenbar aus diesem entstanden seyn werden; auf ganz ähnliche Art zeigen sich in den Apenninen häufig Serpentin, Euphotid, Grünstein rc., die oft nur sehr kleine Erhebungen, sehr wenig bedeutende Schichtenstörungen hervorgebracht haben. Alle diese plutonischen Umbildungen, so klein oder groß sie seyn mögen, sind doch nur durch Umbildung aus schon vorhanden gewesenen neptunischen Straten entstanden, und der vulkanische Heerd liegt daher weder tief noch in unbekannten Regionen.

Geologische Bildungsverhältnisse der Flyschformation. Daß dieselbe unter einem tiefen und, wie wir glauben, allein unter dem Kreidemeere gebildet wurde, welches allmählig anstieg, als tiefes Meer verharrete und dann wieder abfiel, dafür sprechen alle Verhältnisse deutlich. Wie jetzo periodisch sich zuweilen Sand- oder Kalkbänke über das Meer erheben und später von diesem wieder bedeckt werden, so oder auf ähnliche Art werden auch in jener früheren Zeit die isolirten Straten entstanden seyn, die innerhalb dieser ausgezeichneten Meerformation Reste von Landpflanzen enthalten.

Sand, Schlamm und Kalk setzte das damalige, wie das jetzige Meer gleichzeitig, aber nicht überall gleichförmig ab. In den Karpathen waltet der Sandstein so vor, daß dies Gebirge gewiß durch eine ungeheure Sandbank gebildet wurde, aus welcher einzelne Kalkfelsen hervorwuchsen; in den Schweizer- und Savoyischen Alpen setzte sich vorzugsweise bituminöser Schlamm ab, weshalb hier die dunklen Mergel- und Kalkstraten vorwalten, die in mineralogischer Hinsicht dem Lias oft ungemein ähnlich sind; in den Oestreichischen Alpen entwickelten sich vorzugsweise Kalkmassen. Der Kalkstein ist theils unrein, mit Sand und Schlamm vermengt, bildet dann weit fortsetzende, ziemlich horizontale Schichten, die mit Sandstein und Mergel wechsellagern; theils aber tritt er rein und hellgefärbt auf, und dann erscheint er meist immer in steilen, mauerförmigen Massen, die oft meilenweit fortsetzen, ganz steile, oft über 1000′ hohe Wände und oben eine Platte haben; diese ragen bald aus dem Sandsteine hervor und setzen in ihn hinein, bald überlagern sie den Sandstein, oder den dunklen Mergel, auch den rothen Sandstein und selbst den Killasglimmerschiefer; diese führen meist Ammoniten, Belemniten und Orthoceratiten, während die stratificirten unreinen Kalksteine viele andere Petrefacte enthalten. Wenn viele solcher Kalkmauern auf dem Sandsteine liegen und daher später als dieser gebildet wurden, so sind andere wenigstens in ihrem unterm Theile offenbar mit dem Sandsteine gleichzeitiger Entstehung, wie man sich an vielen Punkten in den Karpathen,

z. B. bei Sillein überzeugen kann, wo isolirte Kalkmauern aus horizontalgeschichtetem Karpathensandsteine, nach Art der basaltischen Dykes, hervorragen; an der Grenze wird der Kalkstein sehr sandig und zeigt perpendiculaire Schichten; diese neigen sich weiter abwärts, fecherartig immer mehr gegen den Horizont und werden in geringer Entfernung ganz horizontal; welches Verhalten sich wohl nur durch die Annahme erklären läßt, daß während der Kalkstein gleichsam wie ein Kristall in die Höhe wuchs, sich auch gleichzeitig mechanisch Sand ablagerte.

Häufig erscheinen die Kalkmauern in ihrem obersten Theile als Korallenriffe, aber daß der Kalk überhaupt ein Product von wirklichen Thieren sey, ist durchaus wohl nicht anzunehmen, noch viel weniger aber ist er als ein chemischer Niederschlag anzusprechen; es würde offenbar eine ganz willkührliche Annahme seyn, wenn man etwa glauben wollte, das damalige Meer hätte viel ätzenden Kalk enthalten, zu dem Kohlensäure getreten wäre, wodurch sich ein Kalkniederschlag gebildet hätte. Da es nun gewiß ist, daß der Kalk aus dem Meerwasser sich absetzte, so bleibt wohl nichts übrig, als eine gleichsam organische Entstehung und jene Kalkmassen als eigenthümliche Steingewächse anzusehen, deren Masse durch Metamorphose aus Meerwasser entstand, auf analoge Weise, wie es bei den Korallen und Mollusken der Fall ist. Der reine Kalk wächst immer und auch noch gegenwärtig in steilen abgerissenen Mauern in die Höhe. Nach den Berichten der Seefahrer erheben sich in den südlichen Meeren alle Koralleninseln, oder die sich jetzo bildenden Kalkfelsen, oft viele hundert Fuß ganz steil und in abgerissenen Mauern; während sie heraufwachsen, setzt sich unten immer noch Sand und Schlamm ab. Wird einst das Meer dort abfallen, so stellen auf jeden Fall die jetzt sich bildenden Gebirge Gegenden dar, die mit den Kalkalpen große Aehnlichkeit haben.

Wenn man aus der Ferne, z. B. von München kommend, diese steil in die Höhe starrenden Felsmassen sieht, wenn man meilenweit die engen Thäler zwischen solchen Kalk-

mauern durchwandert, deren hohe, steile Wände auf beiden Seiten gleiche Schichten haben, so fragt man sich wohl: ob diese Massen nicht früher verbunden gewesen, durch Zerreissungen getrennt wären, ob nicht das ganze Gebirge aus der Tiefe heraufgehoben seyn möchte!

An einzelnen Punkten, wie in den Schweitzer- und Savoyschen-Alpen, liegen Gebirgserhebungen klar vor Augen; hier aber erhebt sich auch das Gebirge oft über 8,000′ über das gewöhnliche Niveau der Kalkalpen, hier trägt das Gebirge einen andern Character als sonst und hier sehen wir, was gehoben hat; überall zeigen sich granitische Gesteine.

Außerhalb solcher Gegenden tragen die Kalkalpen, wie die Karpathen, einen rein neptunischen Character; die Kalkmauern erheben sich über und aus fast horizontalgeschichtetem Sandstein, sie können daher ohnmöglich durch spätere Emporhebung entstanden seyn; durch die Karpathen und Oestreichischen Alpen steigen sie meist alle bis zu einem ohngefähr gleichen Niveau an, welches circa 6000′ höchstens betragen mag; weil so hoch wahrscheinlich das damalige Meer reichte. In der Gegend von Eisenerz in Steiermark sind großentheils die nördlichen (und auch die gegenüberliegenden südlichen) Kalkalpen höher als das Centralplateau, aus Thon- und Glimmerschiefer; derselbe Alpenkalk, der in 3000′ hohen Mauern aus der Tiefe steigt, bedeckt auch, oft nur einige hundert Fuß mächtig, jene Schiefer unverändert und mit scharfem Abschnitte; die Centralkette scheint daher bei dem Entstehen der Flyschformation schon gebildet gewesen zu seyn und nicht deren Erhebung veranlaßt zu haben.

Die öfter ausgesprochene Ansicht, nach welcher die Alpenkette im Ganzen über eine Spalte erhoben sey, scheint allem diesem nach nicht begründet; im Gegentheile möchten die Kalkalpen im Allgemeinen eben so noch in ihrer ursprünglichen Lage seyn, als es der Jura ist; immer haben nur lokale Erhebungen statt gefunden.

Wie das Kreidemeer abfiel, wurde es endlich nur auf einzelne flache Vertiefungen beschränkt, in denen nicht mehr die

Organismen des tiefen Meeres lebten; hier bildeten sich die tertiairen Straten mit ihrem eigenthümlichen Petrefactenkreise; bei dem Ansteigen des Meeres, wo gewiß höchst allmählig das feste Land bedeckt wurde, bildeten sich in den Vertiefungen auch zuerst flache Meere, die noch nicht von den Organismen des tiefen Meeres bevölkert wurden, daher mag es kommen: daß zu unterst und zu oberst der Flyschformation Straten auftreten, die ganz den petrefactologischen Character des tertiairen Gebirges tragen.

Geographische Verbreitung. Die Karpathen stellen ein weites welliges Plateau dar, welches vorzugsweise aus Flyschsandstein gebildet wird, aus dem einzeln oder in Gruppen Kalkmauern, gleichsam wie Pilze, hervorragen, die theils aus weißem, theils aus rothem Kalksteine bestehen und besonders Ammoniten, Belemniten und Enkriniten führen; sie erheben sich hoch über das Plateau und bilden, in Gruppen vereinigt, ein steiles, zerrissenes, rauhes Gebirge; dieser reine Kalk gehet an den Rändern in den Sandstein über, der Lager und Putzen von unreinem Kalke führt. Daß dieser Ammonitenkalk nicht von den Sandsteinen und Kalksteinen mit Nummuliten und Gryphäen zu trennen sey, hat Prof. Zeuscher neuerlich (Jahrbuch der Mineralogie 1832. Pg. 7) ausgeführt, und einen, der Natur getreuen, Durchschnitt durch die Karpathen beigefügt. In der Gegend von Sillein gehet der Karpathensandstein zu oberst in Trippel und Plänerkalk über. An mehreren Punkten treten ältere Gesteine unter dem Sandsteine hervor. In der Tatra, dem erhobensten Theile des Gebirges, zeigen sich granitische Gesteine auf das innigste mit rothem Melssandsteine verbunden, aus dem sie wahrscheinlich entstanden sind. Der wenig mächtige Melssandstein verläuft sich allmählig in Kalkstein, der erst etwas dunkel gefärbt ist, dann als heller Kalkstein in grotesken Felsen auftritt, theils weiß, theils roth mit Spuren von Ammoniten nun untergeordneten Straten von glimmerigem sandigem Schiefer; nun erscheint Karpathensandstein, der theils wechsellagert, theils überlagert wird von gleichen Kalksteinen, weiterhin treten untergeordnete

Lager von unreinerm Kalke auf, der mit Nummuliten erfüllt ist. Bei Tyrhowa und Bela wiederholen sich diese Verhältnisse nur in viel kleinerem Maasstabe; dem Granite folgt rother Sandstein, bedeckt von theils schwarzem, thonigem, theils grauem Alpenkalke in steilen Felsen; dieser gehet in conglomeratartigen Kalk über, der Nummulitenkalk umschließt und sich in Sandstein verläuft; bei Presburg folgt der Granit unmittelbar dem Karpathensandsteine.

Die östlichen Alpen. Die Karpathen werden nur durch ein breites Thal von dem Kahlengebirge bei Wien getrennt, welches aus Karpathensandstein bestehet, der hier und auf der ganzen Linie bis zur Schweitz die Alpinischen Vorberge bildet, aus und über welchem sich die steilen Kalkmauern erheben, welche vorzugsweise die hiesigen Kalkalpen bilden; nur sind diese Kalkmauern hier viel häufiger, viel mehr in einander gruppirt als in den Karpathen. Die östlichen Alpen werden durch eine Centralkette ausgezeichnet, die aus Thon- und Glimmerschiefer der Killasformation bestehet, an Höhe aber oft vom Alpenkalke übertroffen wird, der sich auch öfter über den Schiefer weglagert. Zunächst der Centralkette liegt rother Melssandstein, der nicht hoch ansteigt, und auf der südlichen Seite sehr viel verbreiteter als auf der nördlichen ist; diesem folgt, meist durch Uebergänge verbunden (wie in Tyrol), die Flyschformation, indem bald kalkige, bald sandige Straten zu unterst liegen. In der Gegend von Klagenfurt, am Ulrichsberge, bei St. Paul und an sehr vielen Punkten wird der rothe Sandstein durch den merglichen, grauen, rissigen Kalk bedeckt; bei Bleyberg sind die geognostischen Verhältnisse besonders deutlich und durch den dasigen Bergbau aufgeschlossen; zu unterst liegt Thonschiefer mit Producta hemisphaerica, latissima und Martini; Spirifer, Pecten etc., darauf folgt der rothe Melssandstein, dieser wird auf das deutlichste durch eine mächtige Masse von Flyschmergel bedeckt, welcher Gyps, Thon und dunklen Kalk umschließt, sehr reich an wohlerhaltenen Petrefacten, die zum Theil denen der tertiairen Straten gleichen (Kärnther Muschelmarmor, von v. Wulfen in einem eigenen

Werke beschrieben); der Mergel wechselt nach oben mit grauem rissigem Kalke, welcher höher in sehr mächtigen Massen ansteigt, die dortigen Blei- und Galmeierze umschließend; diesem folgt erst der helle dichte Alpenkalk, der dem Jurakalke ganz ähnlich ist. Im südlichen Tyrol, auf dem Wege von Clausen nach dem Val di fassa und an unendlich vielen Stellen folgt dem Thonschiefer rother Melssandstein; dieser wird zu oberst kalkiger, Sand- und Kalkstein wechsellagern, nur bildet der graue rissige Kalk hohe Mauern und zu oberst liegt gewöhnlich dichter Kalk.

In den nördlichen Kalkalpen zeigen sich ganz ähnliche Verhältnisse; ohnweit Wienerisch Neustadt, bei Rothengrub folgt dem Glimmerschiefer der rothe Melssandstein; dieser verläuft sich nach oben in den Flyschsandstein (der das Kahlengebirge bildet) und über diesem erhebt sich der graue Kalk, der sich zu grotesken Mauern gruppirt, welche nun das hohe Gebirge bilden. Bei Eisenerz legt dieser Kalk sich auf den Thonschiefer; verfolgt man ihn von hier bis Ternberg, so beobachtet man, wie der Kalkstein nach unten mit dem Wienersandstein wechsellagert, der in dessen Liegendem dann 5 Stunden weit bis Speier fortsetzt.

Eine besondere Berühmtheit hat die Gegend zwischen Werfen und Salzburg erhalten, von welcher v. Lill (Jahrbuch der Mineralogie v. J. 1830 und 1833) Durchschnitte lieferte, auf welche besonders Sedgwick und Murchison die geognostische Bestimmung der Alpinischen Gesteine gründeten. Dem Thonschiefer folgt hier ein rother und bunter Schiefer, welcher den Melssandstein zu vertreten scheint; auf diesen legt sich eine mächtige Masse von Kalkstein (unterer Alpenkalk), dieser wird bei Golling und Hallein von Wienersandstein überlagert, welcher das Hasselgebirge umschließt; über diesem liegt wieder dichter heller Kalkstein (oberer Alpenkalk); dieser verläuft sich nach unten in Mergelkalk mit vielen Hyppuriten, dieser wieder in Wienersandstein, welcher weiter hin als Grünsand (am Kressenberge) erscheint.

Bei Schruns, ohnweit Bludenz, folgt dem Glimmerschie-

fer der rothe Melssandstein; dieser gehet allmählig in den Flyschsandstein über und über diesem erhebt sich der Alpenkalk; bei Mels in Graubündten wird der rothe Sandstein nach oben schiefrig, diese rothen Schiefer gehen unmittelbar in dunklen Mergel über, der mit Sand= und Kalksteinen wechselt, über welchen helle Kalksteine liegen. In der Gegend von Glarus ist die Melsformation sehr verbreitet, als rother Sandstein und Schiefer; sie verläuft sich hier unmittelbar in das dunkle Flyschgebilde, welches hohe Alpen bildet und häufig hellen Alpenkalk trägt; dieses durchziehet von hier aus in inniger Verbindung mit Flyschsandstein die Schweitz, hier die Molasse überlagernd; hier findet sich keine Centralkette mehr, kein Killas und rother Sandstein, die granitischen Gesteine der Schweitz erheben sich aus der Flyschformation und werden durch Umbildung aus derselben entstanden seyn.

Aus den erwähnten und vielen andern Durchschnitten, die ich durch die Alpen machte, habe ich nur den Schluß ziehen können, daß das Alpenkalkgebilde einer einzigen Formation angehört. Der rothe Sandstein verbindet sich durch Uebergänge mit der Flyschformation, ihm zunächst liegt Sandstein, Mergel oder auch Kalkstein, der aber so durch Wechsellagerungen und Uebergänge mit dem Karpathensandstein verbunden ist, daß man ihn geognostisch nicht von demselben trennen, als eigene Formation aufstellen kann, wenn wohl er andere Petrefacten führt.

Es schien nöthig, die dargelegte Ansicht über den Bau der Alpen durch eine Reihe von Thatsachen näher zu unterstützen, da sie zur Zeit ganz isolirt stehet und alle Geognosten, welche neuerlich die Alpen untersuchten, die Gesteine derselben ganz anders deuten; de la Beche, Sedgwick, Murchison, Boué, Lill, v. Buch rc. rechnen den größten Theil des Alpenkalkes zur Juraformation, einen andern Theil mit den Flyschsandsteinen zur Kreideformation und die Molasse zu den tertiairen Straten, wobei sie mehr von den Petrefacten geleitet zu seyn scheinen, als von den Lagerungsverhältnissen, auf welche es allein ankommen kann. So erscheint öfter, besonders deutlich

bei Bleiberg in Kärnthen, in den untersten Straten der Flyschformation ein Mergelkalk (der Kärnthsche Muschelmarmor) erfüllt mit Petrefacten, die denen der Tertiairformation gleichen, über welchem mächtige Massen von hellem Kalksteine liegen, der sehr dem Jurakalke ähnlich ist und oft für diesen auch gehalten wird *).

Die östlichen Alpen von Kärnthen und Krain setzen sich unmittelbar durch die an hohen, steilen Kalkmauern reiche Montenegrinerkette fort, durch Dalmatien, Bosnien, Serbien, Griechenland und die Europäische Türkei. Ueber alle diese Gegenden mangeln uns noch nähere Nachrichten, nur über Griechenland hat neuerlich Virlet (Bulletin de la société géologique de France, III. pag. 148) Beobachtungen bekannt gemacht, aus denen erhellet, daß sich hier ganz die Alpinischen Verhältnisse wieder finden. In Arkadien etc. zeigt sich viel dunkler Kalk mit Nummuliten, Diceraten, Hippuriten etc., wechselnd mit dunklem Schiefer (unser Gebilde des dunkeln Flyschkalkes), dieses verbindet sich nach oben mit Grünsand, der sich häufig in Jaspis umgebildet hat; darauf folgt mächtiger Kalkstein, der jaspisartigen Quarz umschließt und Petrefacte, die man sonst gewöhnlich im Jurakalke findet; höher liegt ein mächtiges System von Mergel und Grünsand oder Macigno, über dem große Massen von hellem, dichtem Kalksteine aufsteigen, der zuweilen oolitisch ist, reich an Nummuliten, Hippuriten und Korallen.

Die westlichen, Savoyschen Alpen setzen sich in der weiten Apenninenkette bis Sicilien fort, die bis über Toscana hinaus vorwaltend aus Flyschsandstein (Macigno) und dem dunkeln Flyschgebilde, oft von Serpentin durchsetzt, von da südlicher aus hellem Kalksteine bestehet.

In mehreren Gegenden, wie besonders in dem Apuani-

*) Meine Zeitschrift: Deutschland geognostisch geologisch dargestellt, enthält Bd. V. bis VII. v. J. 1828—1831, ein Reihe von Abhandlungen über den Bau der Alpen, Karpathen etc., welche die ausführlichen Beobachtungen zu dem liefern, was hier nur kurz angedeutet werden konnte.

schen Gebirge, haben die Gesteine wesentliche Umbildungen erlitten; der Flyschsandstein ist stellenweise zu einer Art Jaspis gleichsam zusammen geflossen, der dunkle Flyschmergel erscheint als Thonschiefer, der, wie in der Schweitz, durch Aussonderung von Talk und Glimmer in Talk- und Glimmerschiefer übergehet; die Kalkmauern erhalten dann eine kristallinisch körnige Structur (wie in dem berühmten sogenannten Urkalk von Carara); es sondern sich oft aus demselben Augit, Hornblende, Quarz, Bleiglanz ꝛc. aus, so daß das ganze Stratensystem das Ansehn von sogenanntem Urgebirge erhält. Prof. Hoffmann (Jahrbuch der Mineralogie 1833, pag. 102) hält den Kalkstein von Carara für Jurakalk, da er, zwischen Macigno und Thonschiefer liegend, in seinem unveränderten Zustande Petrefacte umschließt, denen der Juraformation ähnlich; aber wahrscheinlich wird er von der Flyschformation nicht zu trennen seyn, die häufig Kalksteine mit Jurapetrefacten umschließt.

Die Alpinischen Verhältnisse setzen sich ferner durch das südliche Frankreich nach den Pyrenäen fort, die vorzugsweise aus der Flyschformation bestehen und Dufresnoy hat in einer ausführlichen Arbeit (Annales des mines VIII. v. J. 1830) gezeigt: daß das dort herrschende Stratensystem der Kreide parallel sey, obwohl es einen andern mineralogischen und petrefactologischen Character trage. Bei Rochefort, Angouléme, auf der Insel Aix ꝛc. folgt der Juraformation ein Sandstein mit Resten von Landorganismen; dieser gehet in einen Mergelsandstein über, der oft Fucusabdrücke führt und ganz unserm Flyschsandsteine gleich ist; dieser wechsellagert und wird bedeckt vom Kalksteine, reich an Nummuliten und Hyppuriten, zuweilen ganz kristallinisch.

Am nördlichen Fuße der Pyrenäen, bei Bajonne ꝛc. zeigt sich ein Stratensystem, welches ganz unserm dunklen Flyschgebilde entspricht; dunkle Mergel herrschen wechselnd mit Sand- und Kalksteinen, sie führen viel Hyppuriten, Ammoniten, und Petrefacte der Kreide, aber auch solche, die man sonst nur in tertiairen Straten findet, wie die Gattungen Nummulites,

Milliolithes, Melonia, Arca, Cucullaea, Cardita, Lucina, Cerithium etc.

Die ganzen Pyrenäen werden vorzugsweise aus diesem dunklen Flyschgebilde bestehen, welches partienweise in Granit umgebildet ist; die Gebirge in Spanien möchten wohl großentheils der Flyschformation angehören; die Nevada z. B. zeigt ein Gewebe von mächtigen Kalkmauern, reich an Bleierzen, die den Alpinischen ungemein gleichen werden. Durch Portugal, besonders bei Lissabon, ist der Hyppuritenkalk ungemein verbreitet. Die Nummulitenkalke in Aegypten (aus denen die Pyramiden gebauet wurden), so wie die durch das nördliche Afrika überhaupt verbreiteten hellen Kalksteine, entsprechen, allen Nachrichten nach, dem Alpenkalke.

---

§. 18.

Das Tertiairgebilde.

Unsern bisher durchgeführten Grundsätzen gemäß müßte der Kreide- und Flyschformation, als Resultat der Zeit, wo Nordeuropa hoch mit Meer bedeckt war, die actuelle Formation folgen, als Resultat der jetzigen Zeit, wo Nordeuropa großentheils als trocknes Land erscheint, welches sich immer noch vergrößert, da auf der nördlichen Hemisphäre sich fortwährend das Wasser vermindert und verhältnißmäßig in der südlichen Hemisphäre ansteigen wird. Wenn auch das Meeresniveau in den letzten 2000 Jahren sich nicht wesentlich erniedrigte, so hat sich doch auf jeden Fall der Meeresgrund erhöhet, die Küsten sind großentheils vorgeschoben und die Landseen haben sich außerordentlich verringert.

Der Abfall des Kreidemeeres und das dadurch bedingte Hervortreten des festen Landes geschah offenbar so ganz allmählig, daß eine scharfe Grenze hier zu ziehen nicht wohl möglich ist. Durch das Abfallen des tiefen Meeres beschränkte es sich allmählig auf die tiefern Gegenden; indem es hier flache Vertiefungen erfüllte, änderte sich auch natürlich die

ganze Fauna desselben und an die Stelle der Bewohner des tiefen Meeres traten die des flachen Meeres. Gleichmäßig erhöhete sich das benachbarte feste Land, auf welchem eine reiche Animalisation und Vegetation lebte.

Zwischen der vergangenen und jetzigen Zeit würde sich in geognostischer Hinsicht gar keine einigermaßen scharfe Grenze ziehen lassen, wenn wir nicht deutliche Spuren einer Cataclysme, einer großen Naturrevolution fänden, die von dem wesentlichsten Einflusse auf die Organismen war, so, daß seit derselben eine, zwar nicht neue, aber zum großen Theile doch veränderte Reihe von Organismen auftrat, das Clima verändert wurde und daher die Axe der Erde eine andere Lage erhalten haben wird.

Hiernach können wir seit der Periode des hohen Kreidemeeres 3 Abschnitte fixiren:

a) Die Zeit, wo das Kreidemeer so abgefallen war, daß es nur einzelne, flache Binnenmeere darstellte, mit denen Nordeuropa bedeckt war, wo aber noch die alten climatologischen Verhältnisse und eine meist untergegangene Thierwelt vorhanden waren. Das Resultat dieser Zeit ist unser Tertiairgebilde.

b) Die Zeit jener Revolution, durch welche eine wesentliche Veränderung in Hinsicht des Clima und der Organismen hervorgebracht wurde. Diese, gleichsam nur momentane Revolution, hinterließ keine neptunische Formation, ist daher von viel größerem Interesse für die Geologie als für die Geognosie; was sie absetzte — das Diluvium — reihen wir dem tertiairen Gebilde an; es bestehet (außer den vulkanischen Massen) nur aus Geschieben, Sand und Grand.

c) Die jetzige geschichtliche Zeit, deren Resultat die actuelle Formation ist.

Allgemeine Verhältnisse der Tertiairgebilde. Tertiaire Absätze des tiefen Meeres kann es in der nördlichen Hemisphäre nicht wohl geben, diese würden zur Kreide gehören; sie werden sich aber (durch das ansteigende Meer) in

den südlichen Gegenden gebildet haben, die wir noch wenig kennen. In Amerika ist ein Meerkalk (Calcaire à huitres) sehr verbreitet und mächtig, meist dicht und fest, theilweise nur aus lockeren Austerschaalen bestehend, welcher vielleicht ein geognostisches Aequivalent des Grobkalkes ist.

Tertiaire Bildungen des flachen Meeres sind die vorherrschenden, erzeugt in mehr oder weniger großen Binnenseen, Meeresbuchten und überhaupt längst der alten, immer mehr zurückweichenden Meeresufer. Sie entstanden vorzugsweise aus Sand und Schlamm, der sich jetzo als Thon oder Mergel darstellt; beide sind bald mehr rein, bald mehr vermengt und häufig mit mehr oder weniger Kalkmasse verbunden. Der reine Sand ist, wie es auch bei unsern Dünen sich zeigt, meist arm an Meerthieren, dagegen enthält ein kalkiger Sand diese in außerordentlicher Menge und ist dann unter dem Namen der alten Fahlun's bekannt; wird der Kalk vorwaltender, so bildet er kalkige Sandsteine, oder zeigt sich als unreiner sandiger Kalk (Calcaire grossier, Grobkalk); selten nur erscheint der Kalk rein, zuweilen oolitisch (wie in Podolien) oder dolomitisch; der aus Schlamm entstandene kalkige Thon ist bei Wien unter dem Namen von Tegel bekannt, oft sehr reich an Resten von Meerthieren; untergeordnet führt er kohlige Straten, auch Gyps und Steinsalz (Tegelsalz), wie bei Wielitzka, in Italien ꝛc.; Reste von Landorganismen kommen hier nur secundair vor, indem sie von einströmenden Landgewässern mitgebracht, oder durch Oscillationen im Meeresniveau bedingt wurden.

Tertiaire Bildungen des festen Landes, oder Alluvialstraten, treten durch die Zurückweichung des Meeres in großer Ausdehnung hervor, oft in naher Beziehung zu den Meeresabsätzen; Sand und Thon in mannichfacher Wechsellagerung walten vor; untergeordnet erscheinen: Braunkohlen (gebildet aus alten Torfmooren), zuweilen als Alaunerz, Straten mit Schwefelkiesen; Süßwasserkalk, gebildet theils durch Quellen, theils durch Landseen (Travertino), theils in Mooren, wo sich zuweilen auch kalkige Mergel, Gyps und Quarz-

schlamm mit absetzten; Lehm bildet häufig die obere Decke, entstanden wohl theils aus der alten Dammerde, theils aus den Absätzen der damaligen Ströme. Die Spalten in Kalkgebirgen füllten sich mit Geschieben aus, die sich cementirten, wodurch auch die mithineingekommenen Thierreste erhalten wurden (Knochenspalten, Knochenconglomerat); die Höhlen der Gebirge wurden meist von reißenden Thieren bewohnt, deren Knochen sich hier durch kalkiges Cement erhielten.

Die Straten, die man bisher als Diluvium betrachtete, sie herleitend von einem, die ganze Erde hoch bedeckenden, sündfluthlichen Gewässer, möchten alle unserer Tertiairformation angehören, die eben dadurch sich mit auszeichnet, daß die hier begrabenen organischen Reste Gattungen und Arten angehören, die meist ausgestorben sind. Diese tertiairen Straten werden von plutonischen und vulkanischen Gebirgsmassen durchsetzt, auch strichweise überdeckt von Geschieben und sehr großen Felsblöcken (wie die norddeutsche Ebene, die Gegend um den Montblanc ꝛc.), welche ihren Verhältnissen nach nicht durch jetzo wirkende Kräfte, sondern nur durch ein außerordeutliches Phänomen umhergestreuet seyn können, welches mit dem Erscheinen der vielen Basalte, Granite ꝛc. in Verbindung stehen wird und auf eine außerordentliche vulkanische Revolution hinweist, nach welcher die Organismen ihren jetzigen Character annahmen. Das Haufwerk von Geschieben, Felsblöcken und die diesen gleichzeitigen Granite, Porphyre ꝛc., als Resultat dieser Erdrevolution, diese bilden, unserer Ansicht nach, das Diluvium, welches daher gar nicht als ein Stratensystem zu betrachten ist.

Petrefacte der tertiairen Formation. Weil die tertiairen Meeresstraten in flachen Meeren abgesetzt wurden, umschließen sie eine andere Fauna, als der unter tiefem Meere gebildete Kreidekalk; es konnten hier nicht die Zoophiten leben, die große Korallenriffe bildeten, die Ammoniten, Belemniten, Nautiliten ꝛc., deren Wohnort das tiefe Meer ist; daher treffen wir hier die sogenannten Littoral-, nicht die pelasgischen Mollusken. In den untersten, bei dem ansteigenden

Meere gebildeten, Flyschstraten finden wir eine der tertiairen sehr ähnliche Fauna; die Kreide umschließt andere Petrefacte, nicht deßhalb, weil die Organismen sich wesentlich verändert hätten, sondern weil die Verhältnisse sich änderten, aus dem tiefen ein flaches Meer wurde. Von den Korallen finden sich in den tertiairen Straten vorzüglich die Gattungen: Alveolites, Astrea, Careophyllia, Dactylopora, Eschara, Favosites, Lunulites, Orbulites und Turbinolia. Cirrhipoden (Balani) treten häufig auf; von Mollusken erscheinen vorzugsweise: Alveolina Boscii, Ampullaria acuta, Auricula avicula, Bucardium asperulum, Buccinum clavatum, Bulla aperta, Cardium sulcatum, Cancellaria buccinata, Cardita asperula; Cerithium aciculum (mit sehr vielen andern Arten), Chama calcarata, Clavagella Brogniarti, Conus fusus, Corbula dispar, Crassatella gibbosa, Cyclostoma elegans, Cytherea cuneata, Delphinula calcar, Donax fragilis, Erycina elegans, Fusus excisus, Lucina albella, Melania Cuvieri, Milliolithes birostris, Murex crispus, Natica glaucina, Nucula deltoidea, Nummulites depressa, Ostrea edulina, Patella altera, Pectunculus pulvinatus, Phasianella laevis, Pholas aperta, Pileopsis elegans, Pleurotoma asperula, Polymorphis aculeata, Pyrula calva, Quinqueoculina dubia, Rissoa cimex, Radiolithes depressa, Rostellaria costata, Scalaria crispa, Solarium bifrons, Solen dubius, Spirorbis carinata, Tellina elegans, Textularia acuta. Von Radiarien treten häufig auf: Clypeaster marginatus, Cassidulus complanatus, Scutella bifora; von Reptilien und Meersäugethieren die Gattungen: Crocodilus, Balaena, Delphinus, Lamantinus, Phoca, Dauphin.

Die allermeisten Gattungen der tertiairen Meerthiere existiren noch gegenwärtig, die meisten Arten aber sind entweder ausgestorben, oder leben in südlichern Gegenden, doch finden sich auch solche, die noch in den benachbarten Meeren leben; eine scharfe Grenzlinie zwischen den tertiairen und jetzigen

Meerorganismen existirt eben so wenig, als zwischen den tertiairen und den Kreidepetrefacten.

Auf ähnliche Art verhalten sich die Landorganismen. Von Mollusken erscheinen besonders die Gattungen: Agathina, Cyrena, Bulimus, Cyclostoma, Cyclas, Helix, Planorbis, Potamides, die Arten sind theils ausgestorben, theils leben sie in heißen Gegenden, einige auch noch an Ort und Stelle. Von Insecten sind neuerlich sehr viele Gattungen bekannt geworden, vorzüglich aus dem Gypsgebilde von Aix, den Braunkohlen der Rheingegenden und aus dem Bernsteine in Preußen; es kann daher nicht gezweifelt werden, daß in jener Periode auch diese Thierklasse in der Mannigfaltigkeit als gegenwärtig existirte.

Reste von Säugethieren sind in großer Menge aufgefunden, wie unter andern von den Gattungen Adapis, Anoploterium, Anthracotherium, Bos, Canis, Cervus, Elephas, Didelphis, Equus, Felis, Hipopotamus, Lophiodon, Rhinoceros, Tapirus, Ursus etc.; viele jener Thiergattungen existiren jetzo nicht mehr, meist aber sind zwar die Gattungen, aber nicht mehr die Arten vorhanden; zugleich mit diesen erscheinen auch Arten, die noch gegenwärtig leben und dieß ist besonders der Fall mit unsern Hausthieren. Alle diese Thiere haben gewiß gleichzeitig gelebt, hielten sich aber in Gemäßheit ihrer Lebensweise in verschiedenartigen Gegenden auf und diesem gemäß finden wir auch ihre Reste vertheilt; die Knochen von Bären, Hyänen rc. und der Thiere, die ihnen zur Beute dienten, sind besonders in den Höhlen angehäuft, die der Elephanten und großen Pflanzenfresser in dem Lehme der großen Ebenen, die der schweinsartigen Thiere (wie von Anoploterium, Palaeotherium, Chaeropotamus etc.) in Süßwassermergeln, die aus sumpfigen Mooren sich bildeten; in den Knochenspalten erscheinen die Reste von sehr vielartigen Thieren, besonders von Springhaasen, Mäusen rc. Von Affen hat man noch keine Spur gefunden, aber vermengt mit den Thierknochen aus jener Periode haben sich an mehreren Punkten auch Menschenknochen gezeigt; es ist daher sehr

20 *

möglich, daß damals Menschen lebten, was noch dadurch wahrscheinlich wird, daß die damaligen Organismen den jetzigen überhaupt sehr ähnlich waren.

Von Pflanzen zeigen sich in den Braunkohlen häufig Zapfenträger, wie die Gattungen **Juglans, Acer, Juniperites, Pinus, Taxites etc.**, die zum Theil den jetzo in diesen Gegenden lebenden Bäumen ähnlich sind, doch aber zum Theil, wie der Bernsteinbaum, auf ein wärmeres Clima hindeuten; in dem Grobkalke, besonders der südlichen Gegenden, finden sich viele Najaden, wie die Gattungen **Cautinites, Zosterites, Chama, Nymphaea etc.**, auch Palmen und Farren, wie die Gattungen: **Aspleniopteris, Cocos, Endogenites, Flabellaria, Lycopodites, Palmacites, Phoenicites, Zosterites etc.**, aus denen wir schließen können: daß damals das mittlere Frankreich ein heißes Clima hatte, während Norddeutschland wahrscheinlich in einer gemäßigten Zone lag, weil hier die Palmen zu fehlen scheinen. Von den Vegetabilien der damaligen Zeit sind offenbar nur sehr wenige Reste erhalten; die unendliche Menge von Bernstein, die wir durch die mächtigen Sandlager der norddeutschen Ebene zerstreuet finden, läßt gar nicht zweifeln, daß hier mächtige Waldungen des Bernsteinbaumes lange Zeiträume hindurch vegetirten; die von Bernstein umschlossenen Insecten zeigen, in welcher Mannigfaltigkeit damals diese Thierklasse in den nördlichen Gegenden existirte; bis zum höchsten Norden hinauf muß eine sehr reiche Vegetation die Erde bedeckt haben, indem große Elephanten-Heerden hier lebten und untergingen. Da wir die Reste von fossilen Thieren im Allgemeinen in den Gegenden angehäuft finden, die ihrer Lebensweise angemessen waren, so haben sie auch gewiß da gelebt und es ist durchaus unwahrscheinlich, daß ihre Gebeine durch eine Sündfluth aus entfernten Gegenden zusammengeschwemmt wären. Die große Anzahl von Individuen, z. B. von Hyänen in manchen Höhlen, erklärt sich leicht durch die langen Zeiträume von vielleicht mehreren Erdperioden, wo diese Thiere solche Stellen bewohnten.

Die Mächtigkeit der tertiairen Straten ist in den süd-

lichern Gegenden viel größer als in den nördlichen; sie beträgt zuweilen 6 — 800′, auch (wie in Sicilien) wohl noch viel mehr. Von **Erzen** erscheint Eisen in den Braunkohlen, auch in dem kalkigen Sande von Niederhessen. Zu den secundairen Erzlagerstätten werden die Erzseiffen gehören, auch die in Spalten und Kesseln, wohl durch Gewässer zusammengeführten Bohnerzniederlagen. Das allgemeine, ursprüngliche **Niveau** ist im Allgemeinen niedrig; doch erfolgten hie und da spätere Erhebungen.

Morphologische Umbildungen haben im großen Maaßstabe nicht statt gefunden; aber von chemischen Veränderungen, die auf analoge Prozesse deuten, finden sich nicht selten Spuren. Der die Braunkohlen begleitende Sand zeigt sich häufig partienweise, wie zusammengeflossen und gleicht dann zuweilen manchen alten Hornsteinporphyren (Braunkohlensandstein, Trappsandstein); wohl ist es möglich, daß der deßfallsige chemische Bildungsprozeß noch selbst jetzo vor sich gehet, nur so langsam, daß wir ihn nicht bemerken. Das in Frankreich verbreitete Mühlsteingebilde (Meulières), offenbar in alten Sümpfen erzeugt, bestehet aus Thon, in welchem oft sehr große Quarzblöcke liegen, die erst entstanden, indem sich die in der Masse verbreiteten Quarztheilchen zusammenzogen; auf ähnliche Art kommen z. B. ohnweit Frankfurth große Concretionen von sehr hartem Grobkalke im weichen Thone vor; als ähnliche spätere Concretionen werden die Menilithknollen in dem Pariser Mergelgebilde zu betrachten seyn; der Kalktuff, z. B. bei Weimar, zeigt sich stratenweise ungemein verhärtet, während die umgebenden Massen desto lockerer sind. Ob die in dem Tertiairgebilde vorkommende Gypse ursprünglich oder durch Umbildung entstanden sind, ist noch nicht ermittelt; es scheint, daß in manchen Sümpfen der damaligen Zeit sich Gyps niedergeschlagen hat, während dieß jetzo nirgends der Fall seyn wird. Von sehr lokalem Vorkommen sind die Umbildungen, die erzeugt wurden durch in Brand gerathene Braunkohlenflötze, wobei die sogenannten

pseudovulkanischen Producte sich bildeten, die mit den vulkanischen gar nichts gemein haben.

Geographische Verbreitung und Schichtenfolge.

A. Nordische Ebene. Das tertiaire Meergebilde kommt hier nur in sehr unbedeutenden Straten vor. Nach Forchhammer (Zeitschrift für Mineralogie 1829, pag. 190) liegt zu Stevensklint auf Seeland zunächst der weißen Kreide mit Feuersteinen ein Kalkstein, der viele Petrefacte des Pariser Grobkalkes führt, besonders aus den Gattungen: **Patella, Cypraea, Fusus, Ampullaria, Arca, Cerithium** etc. (Cerithienkalk), der auch auf **Faxoe** vorkommt; über diesem liegt ein ähnlicher Kalkstein mit Korallenstücken und Petrefacten, wie sie meist in der Kreide vorkommen. In Norddeutschland erscheint an isolirten, beschränkten Localitäten kalkiger Sandstein mit tertiairen Petrefacten, die denen der subapenninischen Hügel gleichen, wie bei Sternberg in Mecklenburg, bei Minden in Westphalen, zu Osterweddiggen bei Magdeburg 2c. Ein Tegel oder Thon mit Meerespetrefacten zeigt sich über den Braunkohlen bei Helmstedt und Domitz in Mecklenburg.

Ungemein verbreitet und mächtig treten dagegen die auf festem Lande gebildeten Straten auf. Das Braunkohlengebilde durchziehet die norddeutsche Ebene von Frankfurth bis Hamburg, bestehend aus Schichten von Braunkohle (zuweilen alaunhaltig), Thon oft plastisch, erdigem Gypse und Sand, der partienweise zu quarzigem Braunkohlensandsteine zusammengeflossen ist und keine nordischen Geschiebe führt; Reste von Meerthieren fehlen gänzlich, aber unendlich verbreitet zeigen sich Reste von Landpflanzen. Die Braunkohle selbst bestehet aus einem sehr bituminösen Gypse oder Thone (erstere wird durch Wasser formbar, letztere nicht), in welchem man sehr wohl die eingestreueten pflanzlichen Theile unterscheidet, die häufig wie die Stammstücke von Bäumen in Braunkohle verwandelt sind. Es würde eine mit nichts unterstützte Hypothese seyn, wenn man annehmen wollte, daß diese oft mäch-

tigen Kohlenlager aus zufällig zusammengeschwemmten Vegetabilien entstanden wären, da sie die größte Analogie mit unsern Torfmooren haben; das Bitumen, welches den erdigen Gyps und den Thon zur Braunkohle macht, kam gewiß nicht aus den Vegetabilien; im Gegentheile bituminisirte es diese. Ueber den Braunkohlen liegt an einigen Punkten der vorher erwähnte Tegel, gewöhnlich aber Lehm (der häufig Elephantenreste führt), Sand (der Bernstein umschließt, meist in Verbindung mit fossilem Holze) und unreiner, oft merglicher, zuweilen auch bituminöser Thon; dieses oft mächtige Stratensystem bildete sich wohl durch allmählige Erhöhung des festen Landes während der tertiairen Periode. Diluvialblöcke und Geschiebe, meist aus dem Norden stammend, überdecken den Boden, finden sich häufig auf den Sandhöhen, sind auch zum Theil tief in den Sand eingesunken. In Skandinavien fehlen diese tertiairen Gebilde; häufig aber finden sich in Schweden Diluvialgeschiebe in langen Hügelzügen aufgehäuft, zuweilen von 300′ Höhe und regelmäßig von N.-N.-O. nach S.-S.-W. ziehend. Bei Udenwalla ꝛc. lagern an ziemlich hohen Punkten Anhäufungen von Sand, mit vielen Meerconchylien, welche aber meist mit den noch in der Nachbarschaft lebenden übereinstimmen; daher sind dieß wahrscheinlich Absätze der actuellen Periode, die ihr hohes Niveau Erhebungen des Bodens verdanken.

Ueber die Lagerungsbeziehungen dieser Straten schwebt noch manche Dunkelheit. Gewiß ist, daß die Braunkohlen von Helmstedt und Domitz durch tertiaire Straten mit Petrefacten des Grobkalkes überlagert werden; aber eine Auflagerung des Braunkohlengebildes auf die Kreideformation ist, soviel mir bekannt, noch nicht deutlich beobachtet. Lägen die Braunkohlen zwischen der Kreide und dem Grobkalke, so müßte man annehmen: daß das Meer nach Bildung der Kreide zurückgewichen sey, wo sich dann auf dem festen Lande die Braunkohlen entwickelten, daß dann das Meer wieder hoch angeschwollen sey, um die unbedeutenden Grobkalklager abzusetzen, die gar nicht an sehr niedern Punkten liegen. Sollte man an mehreren Punkten unterhalb der Kreide das Braun-

kohlengebilde auffinden, so würde dieses zu der Weald- und Molasseformation zu rechnen seyn, was näher zu constatiren von großem Interesse wäre.

B. **Das Bassin von Böhmen** zeigt in seinem nördlichen Theile, in der Gegend von Töplitz, Carlsbad ꝛc. häufig das Braunkohlengebilde, oft von Basalten durchsetzt, reich an Thonlagern. Die Beziehungen zu der sehr in der Nähe liegenden Kreideformation sind noch nicht ermittelt. Sand- und Thonflötze ziehen sich von hier über das granitische Plateau von Ellbogen, Eger ꝛc. in das Thal der Naab und scheinen sich hier in der vorher erwähnten Molasseformation fortzusetzen, welche die Gegend zwischen dem Baierschen Waldgebirge und dem Jura, bei Creussen, Amberg, Bodenmöhr und Regensburg erfüllt. Lehm und Sand sind sehr durch Böhmen verbreitet; aus der Ferne herstammende Geschiebblöcke und Grobkalkablagerungen scheinen zu fehlen.

C. Ueber das **Plateau von Thüringen und Hessen** verbreitet sich an sehr vielen Punkten das Braunkohlengebilde, meist unbedeckt, oft von Basalten durchzogen. Auf der Linie von Cassel nach Frankfurth liegen, wie es scheint, im Hangenden des Braunkohlengebildes thonige und sandige Lager, oft reich an Eisenerzen, besonders an Gelbeisenstein (wie bei Immenhausen am Hopfenberge, bei Holzhausen, bei Hohenkirchen ohnweit Geismar, Simmershausen ohnweit Cassel), bedeckt durch Flötze von kalkigem Sande, mit Meerespetrefacten, die ganz denen des Grobkalkes gleichen, wie am Weißenstein bei Cassel.

D. **Das Rheinbassin.** Längst dem Niederrheine ist das Braunkohlengebilde sehr verbreitet, besonders in der Gegend zwischen Bonn und Cöln; es ziehet sich einestheils bis nach Aachen, andererseits aber über das Gehänge des Grauwackengebirges bei Linz bis nach dem hohen Westerwalde und von da wieder in die Ebene der Wetterau. In der Gegend von Linz, bei Geissling am Roßchee ꝛc. wird der Thon unter der Braunkohle zuweilen ganz feinschiefrig, wie Papier und ist dann oft kohlig (Papierkohle oder Dussodil), gehet auch in

Polier- und Klebschiefer über; er führt dann viele Reste von Landorganismen, wie Fische (Cyprinus papyraceus), Reptilien (Rana diluviana, Salamandra ogygia, Triton noachicus, Ophis dubius); Insecten (die Gattungen Lucanus, Meloe, Dytiscus, Buprestis, Locusta etc.) Pflanzen (Saamen von Ervum hirsutum, Holzstämme ꝛc.).

Wie es scheint, liegt über dem Braunkohlengebilde in der Gegend von Frankfurth, Maynz bis Alzey ꝛc. ein tertiaires Meergebilde, bestehend aus Sand, Sandstein, Thon und quarzigem Kalke; die untern Straten umschließen mehr Süßwasser-, die obern aber Meerconchylien; zu oberst sind Cerithien häufig. Weiter dem Rheine herauf erscheinen bei Lobsan Kohlenstraten mit Süßwasserkalk in der Molasse, welche sich von hier in die Schweitz ziehet. Uebrigens wird das Rheinbassin durch ein Trümmergebilde erfüllt, aus Sand, Grand, Lehm (Löß) mit Geschieben aus den umliegenden Gebirgen.

E. Das große Bassin des nordwestlichen Frankreichs.

1) Meergebilde. Der Kreide zunächst und von ihr scharf getrennt liegt ein oft plastischer Thon (Argile plastique), ohne Petrefacte; darauf folgen, an 200′ mächtig, alte Fahlun's (Calcaire grossier) meist als lockerer, kalkiger Sand, stratenweise verhärtet (Clicart); der untere Theil, meist locker und voll Glaukonitkörner, wird characterisirt durch Nummuliten (Calcaire à Nummulites), der mittlere (Couches moyennes) durch Milliolithen (Calcaire à Milliolithes), der obere, aus Kalk und Mergel bestehend, durch Cerithien (Calcaire à Cérithes). Meer-Mollusken sind in unendlicher Fülle hier verbreitet, aber in untergeordneten Massen tritt in manchen Strichen auch Thon, Mergel und Gyps auf, mit Süßwasser-Conchylien und Resten von Landthieren (wie bei Nanterre, Vaugirard etc.).

Höher liegen andere, ähnliche, jüngere Fahlun's, bestehend aus kalkigem Sande, mit meist sehr abgeriebenen und verbrochenen Conchylien, wechselnd mit Mergel und

Sandstein (Troisième grés et sable marin supérieur, ou postpaléothérien), wie bei Paris, und (dem Cray der Engländer ähnlich), bei Anvers, Tongres rc., oder aus einem an Petrefacten armen, zuweilen kristallinischen, sehr sandigen Kalksteine oder bloßem Sande (Grés de Fontainebleau), zuweilen auch reich an Austern; oft bildet das feste Gestein kleine Felskämme, die sich steil aus dem lockeren Sande erheben.

2) Das Landgebilde. Der Argile plastique zwischen der Kreide und dem Grobkalke im Pariser Becken, der auch einige kohlige Flötze umschließt, wurde gewöhnlich als das erste Landgebilde (die première formation d'eau douce) bestimmt, dürfte aber als solche nicht zu betrachten seyn, da er im Pariser Becken selbst keine bestimmten Reste von Landorganismen umschließt, aber nach unten und oben mit Straten von Grobkalk wechselt, welcher auch Flötze von Thon und Kohle umschließt. An den Rändern des Pariser Bassins, besonders von Soissons und Laon bis Epernay, liegt auch ein Gebilde von Thon, mit untergeordneten Lagern einer Braunkohle (Cendres pyritheuses), welches sowohl Meer- als Flußconchylien umschließt, von dem Argile plastique zu trennen seyn wird und nach den Untersuchungen von Constant Prevost (Bulletin de la Soc. géologique II. Pag. 447), ein Küstengebilde und gleichzeitig mit dem Grobkalke, dem Pariser Gyps und selbst jüngern Straten ist.

Im Becken von Paris liegt zum Theil über dem Calcaire grossier ein oft 500′ mächtiges Landgebilde (das second terrain d'eau douce, terrain gypseux ou paléothérien), bestehend aus Süßwasserkalk, Mergel und Gyps, sehr reich an Resten großer Landthiere (als von Adapis, Anoploterium, Palaeotherium etc.); nach unten herrscht ein Travertin, oft thonig oder quarzig mit vielen Infiltrationen und Ausscheidungen von Quarz (Calcaire siliceux ou de Champigny) wenige Petrefacte führend; dann folgt thoniger, kalkiger oder gypsiger Mergel, aus dem sich häufig

Knollen von Menilith ausgeschieden haben, mit mächtigen Massen und Straten von Gyps (Gypse à Ossemens), bald hart (Clicard), bald kristallinisch körnig (les russis), bald merglich (les chiens).

Höher, meist in beschränkten, kleinen Bassins, liegt oberhalb der erwähnten Meergebilde ein jüngeres Landgebilde, aus kleinen Landseen und Flüssen abgesetzt, bestehend in thonigen Mergeln (Marnes d'eau douce supérieures), wechselnd mit Sand, oder in dichtem Kalke (wie bei Orleans) oder in meist rothem Thone, mit Klötzen und Bänken von meist hartem porösem Quarz (Meulières), häufig zu Mühlsteinen benutzt; nach dem Rande der Becken zu ist dieser Quarz meist dicht, umschließt viel röhrenförmige Kanäle, Landschnecken und Charasaamen (Gyrogoniten).

Seit dieses Stratensystem im Jahre 1810 durch Cuvier und Brogniart bekannt wurde, glaubte man bestimmte Wechsellagerungen von Land- und Meergebilden zu erkennen; man nahm als geognostische Folge an: Kreide, plastischer Thon mit Braunkohlen als erstes Landgebilde, Grobkalk als erstes tertiaires Meergebilde, Knochengyps als zweites Landgebilde, Sand und Kalk als zweites Meergebilde, Sand mit Mühlsteinen als drittes Landgebilde; man sah diese Straten als besondere Formationen an, gebildet in bestimmten aufeinander folgenden Zeiträumen, die durch neue Schöpfungen organischer Wesen ausgezeichnet, und mit einem großen Wechsel im Niveau des Meeres verbunden gewesen wären. Eine nähere Untersuchung der Verhältnisse, besonders durch Constant Prevost, hat es neuerlich fast außer Zweifel gesetzt, daß jene Bildungen mehr neben als auf einander liegen, daß sie nicht in mehreren, verschiedenen Zeiträumen gebildet wurden, sondern in einer Epoche, wo sich bei langsamem, vielleicht oscillatorischem Zurückziehen des Meeres gleichzeitig mit den Meeresablagerungen, auch Straten mit Resten von Landthieren, auf dem festen Lande, in den Meeresbuchten, in den Flußmündungen ꝛc. bildeten. Der verschiedene zoologische Charakter dieser Stra-

ten wird daher mehr durch die Verschiedenheit der Localitäten als der Zeiträume bestimmt seyn.

F. Das Englische oder London-Bassin.

1) Meergebilde. Der Kreide zunächst und deren Unebenheiten oft erfüllend, liegt ein mehr oder weniger sandiger Thon (Plastic clay), oft reich an fremden Geschieben, wechselnd mit Sand, zuweilen kohlige Straten umschließend; dieses Stratum, oft 200′, auf der Insel Whigt selbst 1000′ mächtig, ist im Allgemeinen arm an Petrefacten; am häufigsten finden sich Meermollusken, als Cerithium, Murex, Ostrea, etc., zuweilen, wie auf der Insel Sheppi, zeigen sich auch Reste von Landpflanzen. Theils über, theils neben demselben liegt der London clay, ein Tegel, der zuweilen bis 700′ mächtig ist; es herrscht ein dunkler meist kalkiger Thon, zuweilen voll Glaukonitkörner, mit untergeordneten Massen von kalkigem Sandsteine (Bognor-rocks) und kalkigen Concretionen (Septaria). Strichweise sind diese Gesteine reich an Meerespetrefacten, die denen des Pariser Grobkalkes sehr gleichen; bedeckt wird dieser gewöhnlich durch ein Lager von Sand, mit ähnlichen Conchylien, besonders Trochus, Cerithium, Pecten etc. In Norfolk und Suffolk liegen auf der Kreide und dem London-clay alte Fahlun's, bestehend aus Sand, der zuweilen eisenschüssig und verhärtet ist (Cray of Suffolk); manche Schichten sind reich an wohlerhaltenen Meer-Conchylien, die deßhalb wohl einige Verschiedenheit von denen des London-clay zeigen, weil sie auf sandigem und nicht auf thonigem Grunde lebten. Die Petrefacten dieser Straten gehören, wie die im Pariser Becken, großentheils ausgestorbenen Arten und Gattungen an. In Yorkshire, Lancashire ꝛc. findet man an vielen Punkten, auf der Grit- und Oldretformation, Anhäufungen von Sand und Conchylien, die noch in den benachbarten Meeren leben, gleichwohl 80′ selbst 300′ über dem jetzigen Niveau des Meeres liegen, daher in der actuellen Periode abgesetzt und erhoben zu seyn scheinen.

2) Landgebilde. Auf der Insel Wight und auf der Küste von Hampshire erscheint in bedeutender Mächtigkeit ein Mergel mit Süßwasser-Conchylien; mitten inne liegen Straten mit Meer-Conchylien, die denen im Cray ähnlich sind; man hat daher eine lower- und upper frish water formation unterschieden, jene ist 60′, diese bis 100′ mächtig; dieses Stratensystem liegt bis 400′ über dem Meere, und ist wahrscheinlich das Resultat einer Zeitperiode, wo durch irgend ein Ereigniß eine Zeitlang Meerwasser Landmoore bedeckte. Isolirte Partien von Süßwasserkalk und Kalktuff kommen an mehreren Punkten vor; bei Bovey liegt eine isolirte Masse von plastischem Thon und Braunkohlen (Bovey-coal), wohl das Resultat eines alten Torfmoores.

Die obere, zum Theil mächtige Decke bildet auch in England Sand mit Diluvial-Geschieben, die theils aus Skandinavien, theils aus entfernten Gegenden Englands stammen.

G. Das subalpinische Bassin, zwischen den Alpen, dem Französischen und Schweitzer Jura und dem Böhmerwalde und die großen Thäler der Alpen.

Die Geognosten der jetzigen Zeit sind ganz allgemein der Ansicht: daß in dem erwähnten, sehr hochgelegenen Bassin, und in den nördlichen Kalkalpen, die tertiairen Meergebilde ganz ungemein verbreitet wären; zu diesen zählt man die Molasse, die in ihren mittlern Straten Reste von Elephanten, in ihren obersten strichweise Petrefacte umschließt, die denen der tertiairen Straten im Pariser Becken sehr ähnlich sind; weil ähnliche Petrefacte auf den Diablerets, am Kressenberge, am Gründten bei Sonthofen, in der Gosau ꝛc. vorkommen, so rechnen viele Geognosten auch diese den tertiairen Gebilden an. Auffallend schon ist es, daß diese sogenannten tertiairen Straten hier 2 bis 3, ja bis 12,000′ ansteigen, während sie sonst nur ein sehr niederes Niveau einnehmen, und daß sie hier nicht wie sonst sich in die Thäler hineinziehen. Weiter oben wurde ausgeführt: daß in Gemäßheit der Lagerungsver-

hältnisse, die Mollasse nicht über, sondern unter der Kreide liege und daß die Straten mit tertiairen Petrefacten auf den **Diablerets**, in der Gosau, am Kressenberge nur als untergeordnete Glieder der Flyschformation zu betrachten wären, überhaupt es zum Character der südlichen Kreide gehöre, sogenannte tertiaire Petrefacte zu umschließen. Die Molasse, die sonst nur Reste von Landorganismen enthält, gehet besonders längst dem Jura in einen sandigen Kalk, oder kalkigen Sand (Muschelsandstein) über, reich an Glaukonitkörnern und tertiairen Meerespetrefacten; ob dieser als ein tertiaires Meergebilde zu betrachten seyn wird, dürfte erst noch näher zu ermitteln seyn.

Landgebilde. Im Hausrück, zwischen Passau und den Alpen, zeigt sich Sand, der bei Wildshuth rc. Braunkohlen, auch Braunkohlensandstein umschließt, ganz ähnlich unserm nordischen Braunkohlengebilde. Ob dieses Stratensystem aber über der Flyschformation liegt, oder sich der Molasse anschließend, unter derselben, das ist noch nicht ermittelt. Kalktuffe finden sich an vielen, oft hohen Punkten und werden zum Theil durch eingemengte Alpengeschiebe conglomeratartig; häufig bilden sie sich noch gegenwärtig fort. Bei Oeningen liegt ein Süßwasserkalk, reich an Mollusken (**Cypris faba, Anadonta Lavateri etc.**), Insecten, Fischen (von den jetzo dort lebenden wesentlich verschieden), Reptilien, (Salamander, Frosch, Schildkröte), Wasservögeln, Säugethieren, Pflanzen, die den jetzo dort lebenden nur zum Theile gleichen; dies Gestein stehet mit der Molasse in einem solchen Lagerungsverbande, daß es von ihr geognostisch nicht wohl zu trennen ist. Ein ähnlicher Kalk, verbunden mit Kohlenstraten, zeigt sich hoch auf dem Jura im Thale von Locle.

Zwischen den Alpen und deutschem Jura lag früher offenbar ein tiefes Thal, welches, jetzo die Baiersche oder Münchener Hochebene bildend, allmählig, wohl in der tertiairen Periode durch Grand und Geschiebe der Alpen ausgefüllt wurde und sich noch gegenwärtig erhöhet.

In vielen tiefen Thälern der Alpen, besonders im Drau-

thale, erscheint ein Stratensystem (das Draugebilde), in welchem meist ein lockerer Sandstein vorwaltet, oft reich an Geschieben der benachbarten Gebirge, die mehr oder weniger fest mit einander verbunden sind, daß sie ein vollkommenes Conglomerat bilden (neuere Kalknagelfluhe von Klagenfurth, Salzburg ꝛc.). Der Sandstein, wo er reiner hervortritt (wie bei Leoben an der Murr), wechselt dann wohl mit Straten von dunklem Thone und fester Kohle (Leoben in Steiermark), oder von bituminösem Holze (Wolfsberg in Kärnthen, Utznach in der Schweitz), die man als Draukohle bezeichnen kann, welche sich auch in den Savoyschen und Französischen Alpen auf ähnliche Art wiede findet (bei Chambery, Tour du Pin ꝛc.) und hier von Diluvial-Blöcken bedeckt wird. Es waren daher in der tertiairen Zeit diese Thäler schon vorhanden, bildeten aber wohl Moore und Seen, in denen sich Torf entwickelte, oder in welche viel Baumstämme zusammengeführt wurden.

Den erwähnten Straten folgt besonders am Ausgange der Thäler in der westlichen Schweitz ein Grand, erfüllt mit eckigen Geschieben und großen Felsblöcken, die vorzugsweise aus der Montblanckette herstammen; ähnliche Felsblöcke bedecken auch alle andere Gesteine und ziehen sich bis hoch an Jura hinauf. Es verhalten sich diese Blöcke ganz so, wie die Diluvialgeschiebe im Norden von Deutschland und werden an beiden Punkten in Verbindung stehen mit der Emporhebung der Felsmassen, von denen sie abstammen.

H. Das alpinisch-karpathische Bassin bei Wien, in Ungarn und zu beiden Seiten der Karpathen.

1) Das Meergebilde. In der Umgegend von Wien und überhaupt längst dem östlichen Fuße der Alpen herrscht in großer Mächtigkeit der Tegel, der gewöhnlich auf Sand lagert und sich der Flyschformation an und auflegt. Der oft gegen 400′ mächtige Thon ist meist hell gefärbt und thonig, zum Ziegelstreichen anwendbar (Tegel bei Wien), oft auch bituminös und sandig; strichweise ist er sehr reich an

Meer-Mollusken, die denen der subapenninischen Mergel gleichen; zuweilen führt er kohlige Straten, die Spuren von Pflanzenresten zeigen, darauf folgt Sand, zum großen Theile kalkig, meist locker, aber auch verhärtet und harte Concretionen umschließend (wie an der Türckenschanze bei Wien, in Schönbrunn ꝛc.), reich an Meerespetrefacten, oder ein harter Meerkalk, mehr oder weniger rein, zuweilen oolitisch, reich an Cerithien und andern Petrefacten (wie am Leithagebirge, von wo viele schöne Bausteine nach Wien kommen). Diese Straten gleichen ganz dem **London-clay**, dem **Argile plastique** und **Calcaire grossier** von Paris; sie überlagern den Flysch, haben ein sehr niedriges Niveau und ziehen sich bis in die Thäler hinein. Diese wirklich tertiairen Straten sind auch in jeder Hinsicht verschieden von den sogenannten tertiairen Straten der westlichen Alpen, von der Molasse, von den Gesteinen der **Diablerets**, des Kressenberges, der Gosau ꝛc.

Ueber diesem Meergebilde liegt Grand und Lehm, der keine Meeresreste, aber Knochen von großen Quadrupeden führt, Süßwasserkalk und viel Gerölle, meist aus Geschieben von Alpenkalk bestehend, welches unter andern die sterile Ebene bei Neustadt bildet. Ein Diluvium, mit großen Felsblöcken aus entfernten Gegenden, scheint hier nicht vorzukommen.

Diese tertiairen Straten verbreiten sich durch das südliche Steiermark und durch ganz Ungarn und Siebenbirgen; sie zeigen sich in den tiefen Thälern und in den niedern Gegenden zu beiden Seiten der Karpathen. Dem Karpathensandsteine bei Wielitzka folgt der Tegel, wie bei Wien, reich an Meerespetrefacten; er umschließt hier die bekannten großen Massen von Steinsalz, die sich von hier längst den Karpathen fortziehen; statt dessen erscheint an andern Punkten Schwefel in Verbindung mit Schwerspath, wie zu Scharzowice, Schelona, Scharkow ꝛc. Ueber diesem, meist dunkel gefärbtem Tegel liegt bei Wielitzka theils ausgezeichneter Grobkalk, theils ein Stratensystem von ganz eigenthümlichem Ansehn, bestehend aus trippelartigen Flötzen, Sandsteinen, die zuweilen sehr hart sind,

Mergel, harten Conglomeraten ꝛc. (das **Palagebilde**, näher beschrieben in meiner geognostischen Zeitschrift VII. Pag. 172), welches verbreitet in Siebenbirgen, auch in Mähren vorkommen soll. Wenn es wohl kaum noch einem Zweifel unterliegen kann, daß das hiesige Steinsalz, der Gyps, Schwefel und Schwerspath dem tertiairen Gebirge angehören, so ist es doch höchst wahrscheinlich, daß diese Gesteine keine ursprünglichen Bildungen sind, nicht unmittelbar so vom Meere abgesetzt, als wir sie finden, sondern daß sie erst später durch Metamorphose entstanden.

Tertiaire Landgebilde sind häufig durch Ungarn verbreitet; so ein Thon in Verbindung mit Kohlen (wie bei Peterwardein), aus alten Torfmooren entstanden; Thon und schiefriger Mergel mit Knollen von Halbopal und Menilith, Abdrücke von Insecten und Fischen führend (bei Nikolschütz ꝛc.) wohl aus flachen Landseen niedergeschlagen, Süßwasserkalk ꝛc.

J. **Südfrankreich**.

1. Das **Meergebilde** ist hier viel verbreiteter, als in dem nördlichen Frankreich. In den niedern, westlichern Gegenden herrscht zu unterst ein blauer Mergel (Tegel), den sehr muschelreiche Fahlun's bedecken, theils als lockerer Sand, theils als ein, oft breccienartiger sandiger Kalk (**Calcaire Moellon**), zuweilen mit eisenschüßigem Cemente; oder auch als Aggregat von Polypen, selten vertreten durch einen Sandstein ohne Muscheln. Diese Straten sind meist reich an Mollusken, die mehr denen der subapenninischen Mergel, als des Pariser Grobkalkes gleichen, theils zu ausgestorbenen Arten gehören, theils zu solchen, die noch gegenwärtig in dem benachbarten Meere leben; Reste von Reptilien, Cetaceen, auch zuweilen von großen Landthieren finden sich hier ebenfalls. Die Verschiedenheit der Mollusken im Calcaire Moellon und Calcaire grossier, mag zum Theil wohl in der mehr südlichen Lage des ersteren ihren Grund haben. Die unmittelbar in die jetzigen Bildungen übergehenden Straten füllen Bassins, Thäler und niedere Gegenden aus, die zuweilen selbst unter dem jetzigen Meeres-Niveau

liegen; sie mögen zum Theil wohl zu einer Zeit gebildet seyn, als das Pariser Bassin schon vom Meere befreit war; schwerlich aber ist das obere Süßwassergebilde des Seinebeckens älter, als das ganze erwähnte Stratensystem im südlichen Frankreich. Verbreitet zeigen sich Bänke fossiler Muscheln (Falunières), in der Touraine, bei Bordeaux, Dax, Montpellier ꝛc.; sie gleichen denen im Tegel bei Wien; etwa $\frac{1}{5}$ dieser Conchylien ist den lebenden gleich, während der Pariser Grobkalk nur etwa $\frac{3}{100}$ jetzo lebende Arten enthält.

Bei Mont-St.-Michel, Souvise und einigen andern Localitäten, finden sich an ziemlich hohen Punkten Ablagerungen von Austern und andern Conchylien, die alle in dem benachbarten Meere noch leben, daher wahrscheinlich aus der actuellen Periode herrühren.

2) Landgebilde. Es tritt vorzugsweise in den höhern, östlichen Gegenden auf, in der Auvergne, Cantal, bei Aix ꝛc., oft 500′ mächtig. In großer Verbreitung erscheint zu unterst ein bräunlich rother Thon mit vielen Quarzgeschieben, darüber ein Sandstein, der bedeutende Berge bildet, zuweilen dem Keuper, zuweilen der Molasse ähnlich ist; er wechselt mit Straten von thonigem Mergel, der auch oft allein hervortritt, wohl Nieren und Straten von Feuerstein führend; zuweilen wird er höchst dünnblättrig wie Papier und dann stratenweise so bituminös, daß er brennt (Dissodil, Papierkohle). Mit dem Sandsteine erscheinen nach oben auch Straten von Süßwasserkalk, der zuweilen ganz von kleinen Höhlungen durchzogen wird (Indusienkalk). Bei Aix zeigt sich der Süßwasserkalk sehr mächtig, wechselt theils mit Mergel und Gyps, reich an Palmen, Insecten und Fischen, theils mit einer schwarzen glänzenden Kohle (tertiaire Travertinkohle), die fast gar keine vegetabilischen Reste, wohl aber viele Süßwasser-Mollusken (Melania scalaris, Cyclas gibbosa und conica etc.) umschließt und wer diese Kohlenstraten an Ort und Stelle beobachtet, überzeugt sich auch gewiß, daß diese nicht aus Vegetabilien entstanden seyn können. Dies ganze Stratensystem hat sich wohl aus

Landgewässern, durch den Niederschlag von kalkigem Schlamm gebildet, auf ähnliche Art als in manchen Italienischen Landseen sich noch jetzo Travertin erzeugt; periodenweise bildete sich auch Torfsubstanz (wie der Baggertorf in vielen Holländischen Gewässern) ganz unabhängig von Vegetabilien, aus welcher jene Kohlen entstanden. Das Gypsgebilde hat große Aehnlichkeit mit dem Pariser Gypse, während das mit ihm zu einem Lagerungsganzen gehörige Kohlengebilde ungemein den Molassekohlen von Köpfnach und Hering gleicht.

Der erwähnte Sandstein der Auvergne stehet unter den tertiairen Straten sehr isolirt und scheint auf ähnliche Art nirgends vorzukommen. Es wäre möglich, daß er ein Aequivalent der Molasse wäre, die auch Reste von Elephanten rc. umschließt. Diese Frage ist hier freilich kaum zu entscheiden, da alle Flötzformationen fehlen und der Sandstein nur von vulkanischen Gesteinen bedeckt wird und auf Granit liegt; wo er mit diesem zusammenstößt, führt er Feldspaththeile und wird ganz granitisch, wie bei Veyre. Zwischen Avignon und Marseille nimmt die Gegend einen alpinischen Character an, denn mächtige Mauern von Alpenkalk ragen wie in den Karpathen aus einer fruchtbaren, welligen Ebene hervor, wo man Straten von Sandstein, dem der Auvergne ähnlich, findet, und wahrscheinlich über einem solchen Sandsteine liegt auch das Gyps- und Kohlengebirge von Aix. Ob dieses Stratensystem den Alpenkalk oder die harte Kreide wirklich überlagert, wie man allgemein annimmt, scheint doch noch nicht hinlänglich ermittelt.

Ein Diluvium, mit Felsblöcken aus entfernten Gegenden, ist im südlichen Frankreich noch nicht nachgewiesen; Alluvialstraten mit Geschieben benachbarter Gebirge sind verbreitet und werden sich auch während der ganzen tertiairen Epoche abgelagert haben.

K. Das subapenninische Bassin in Italien längst den Alpen und Apenninen.

a. Meergebilde. Auch hier wird man von den eigentlichen tertiairen Straten diejenigen zu trennen haben, die

zwar auch tertiaire Fossilien umschließend, doch ihren Lagerungsverhältnissen nach, unserer Flyschformation angehören dürften. Der hoch sich erhebende Monte Bolca ist wohl vom Alpenkalke nicht zu trennen; die muschelreichen Lager im Piacentinischen, bei Castel Arquato, scheinen nach den geognostischen Verhältnissen, wie sie Studer (Zeitschrift für Mineralogie, 1829, pag. 135) entwickelt, dem Flyschsandsteine anzugehören, vielleicht ist dies auch der Fall mit den ähnlichen Straten von Castel Gomberto und der Superga bei Turin.

Längst dem südlichen Fuße der Alpen, bei Verona (am Monte Berico), Vicenza 2c. zeigen sich die tertiairen Straten, die stets ein sehr niederes Niveau einnehmen, theils als blauer thoniger Mergel, theils als ein Grobkalk, dem Pariser sehr ähnlich, der hier vorwaltet und nach unten mit dem Mergel wechsellagert.

Zu beiden Seiten der Apenninen lagern Straten von Tegel oder blauem Mergel, der nach oben Schichten von oft kalkigem Sande führt, zuweilen röthlich oder conglomeratartig; strichweise sind fossile Conchylien sehr häufig, die etwa nur zur Hälfte ausgestorbenen Arten angehören. Dieses Gebilde hat im Allgemeinen ein niederes Niveau; es verläuft sich einestheils in den unterliegenden Flyschmergel (Macigno), anderntheils in die sich jetzo bildenden Fahlun's. Untergeordnet erscheinen Gyps, Steinsalz und Schwefel, die nicht ursprüngliche, sondern secundaire neuere Bildungen seyn werden, welche sich selbst wohl noch gegenwärtig erzeugen, durch innere Thätigkeiten und Mitwirkung der atmosphärischen Luft, nicht aber durch Dämpfe und Sublimationen, die aus unendlicher Tiefe kommen.

b. Das Landgebilde. Oefter treten längst den Alpen und Apenninen Thonmassen hervor mit untergeordneten Kohlenstraten; wie weit diese aber der Flyschformation angehören mögen, ist noch nicht ermittelt. In den höhern Gegenden besonders, wie bei Rom, zeigt sich Travertin oder Süßwasserkalk in mächtigen Massen und theils dichten, theils

lockeren Straten; außer Spuren von Pflanzenstengeln finden sich hier wenig organische Reste.

Die oberste Decke bildet Sand mit Geschieben aus benachbarten Gegenden, auch Lehm, oft Reste großer Quadrupeden umschließend; Diluvialblöcke bedecken nur die Gegend um den Gotthard und Montblanc.

In Sicilien zeigen sich die tertiairen Straten von einer ganz außerordentlichen Mächtigkeit; theils als Mergel, theils als harter Meerkalk; jener verläuft sich in den Flyschmergel, dieser in den Flyschkalk.

L. Das Bassin von Klein-Rußland, Podolien, Volhynien und Polen.

a. Das Meergebilde ist ungemein über diese weiten Gegenden verbreitet, theils auf Kreide, theils auf Granit und Thonschiefer ruhend; es bestehet wie anderwärts aus thonigem Tegel, dichtem, körnigem, auch oolotischem und tuffartigem Meerkalke, oder kalkigem Sande (wie bei Bilka in Volhynien), ungemein reich an schön erhaltenen Conchylien, die sehr mit denen in Italien und bei Wien übereinkommen. Längst dem Caspischen und schwarzen Meere verbreitet sich ein tuffartiger Kalk, der fast allein solche Mollusken enthält, die noch gegenwärtig in dem benachbarten Meere leben, so daß es hiernach scheint: daß sich diese Meere auch in der jetzigen geschichtlichen Periode sehr bedeutend zurückgezogen haben.

b. Landgebilde erscheinen in diesen Ebenen seltener und meist in genauer Verbindung mit den Meeresstraten. Häufig ist ein Töpferthon, meist unmittelbar die Kreide bedeckend, hie und da untergeordnete Straten von Kohle führend; ferner ein Kalkstein, reich an Süßwasser-Conchylien, denen sich auch oft Meerconchylien beimengen. Die obere Lehmschicht umschließt häufig quarzigen Süßwasserkalk.

Die tertiairen Meeresstraten haben stets ein sehr niederes Niveau; nur an manchen Puncten des Kaukasus erreichte sie die Höhe von 3000′, in Folge von Gebirgserhebungen; man kann daher nicht wohl zweifeln: daß in der tertiairen

Epoche das caspische und schwarze Meer einen unendlich viel größern Umfang als gegenwärtig hatten; das Meerwasser stand offenbar viel höher als gegenwärtig; es bedeckte einen großen Theil von Rußland, in Podolien, Volhynien, Polen, von der Wallachey und Ungarn, bis Wien reichend; der niedere Theil von Italien und Südfrankreich, selbst von England und Nordfrankreich stand unter Meerwasser, welches sich im Allgemeinen wohl sehr allmählig zurückzog; ohnleugbar hat die nördliche Hemisphäre jetzt unendlich weniger Wasser als früher, welches aller Wahrscheinlichkeit nach in die südliche Hemispäre wanderte, sich dort anhäuft, um vielleicht einstens wieder hieher zurückzukehren.

Geologische Beziehungen. Es ist auffallend, wie arm die nördlichen Gegenden an tertiairem Meerkalke sind, während dieser sich im Süden ungemein verbreitet zeigt; auf dem Grunde der Ostsee findet man nirgends Lager von tertiairem Meerkalke; fortwährend wirft sie aber Bernstein aus, ihr Grund wird daher von Sandlagern gebildet, die sich auf festem Lande erzeugten und fast scheint es, daß die Vertiefung, welche jetzo die Ostsee erfüllt, erst sehr neuen Ursprunges seyn möchte.

Zwischen der Kreide und den tertiairen Straten findet meist ein scharfer Abschnitt statt; beide verlaufen sich gewöhnlich nicht in einander; erst an den niedern Fuß der hohen Kreideberge legt sich der Tegel und Grobkalk an und fast sollte man glauben: daß durch irgend ein Naturereigniß das hohe Kreidemeer plötzlich bedeutend abgefallen wäre; viel häufiger kann man Uebergänge aus der Flyschformation in die tertiairen Straten wahrnehmen. Sehr möglich ist es, daß manche Straten in den nördlichen Gegenden, die wir der Petrefacte wegen dem Tertiairgebilde beizählen, der untern Kreide angehören mögen.

Wie sich das tertiaire Meer unter Ablagerung von Schlamm und kalkigem Sande zurückzog, vergrößerte und erhöhete sich das feste Land, besonders durch Diluvial-Sand und Schlamm, den die Flüsse absetzten; viele der damaligen Flußbetten schei-

nen jetzo vertrocknet und unsere Flüsse größer gewesen zu seyn als jetzo; an vielen, jetzo ganz trocknen Gegenden, setzte sich Kalktuff aus Quellen oder Landseen ab und auch diese Verhältnisse deuten darauf hin, daß damals unsere Gegenden viel wasserreicher waren als sie es jetzo sind. Indem die großen Ströme sich in die flachen Meere mündeten, schoben sie Delta's vor sich her, wobei sich Reste von Land- und Seeorganismen vermengten.

In den tiefern Meeren der damaligen Zeit entwickelte sich reiner Meerkalk; in Sicilien, besonders in der Gegend von Syracus, ist, nach den Beobachtungen von Hoffmann (Karstens Archiv III, vom J. 1831, pag. 383), ein dichter, weißer Kalkstein sehr verbreitet, der in mineralogischer Hinsicht ganz dem Jurakalke gleicht, an 1000′ mächtig ist, der in Folge späterer vulkanischer Hebungen, zuweilen bis 3000′ Höhe ansteigt; strichweise führt er sehr viele Conchylien und zwar größtentheils solche, die noch in dem benachbarten Meere leben; es kann daher wohl nicht bezweifelt werden, daß dieser Kalkstein sich in verhältnißmäßig sehr neuer Zeit und in einem Meere bildete, welches von dem unsrigen nicht wesentlich verschieden war; derselbe kann, seiner Beschaffenheit nach, nicht ein Product der Thiere seyn; es ist aber auch nicht denkbar, daß er durch einen chemischen Prozeß, aus materiell vorhandener Kalkerde und Kohlensäure gebildet seyn kann, daher bleibt kaum ein anderer Ausweg übrig als anzunehmen: daß der Kalkstein durch einen gleichsam organischen Prozeß, durch Metamorphose aus Wasser und Luft entstanden sey.

Das tertiaire Meer war auf ganz gleiche Weise, wie das jetzige, durch Animalien bevölkert und es existirten selbst die höchsten Gattungen, wie die Meersäugethiere; ohngefähr die Hälfte der damaligen Arten von Organismen leben noch jetzo, theils in benachbarten, theils in entfernten Meeren; die tertiairen Straten im nördlichen Deutschland enthalten großentheils dieselben Conchylien als die subapenninischen Hügel, nicht aber die Mollusken der benachbarten Ost- und Nordsee. Auf dem festen Lande lebte eine sehr mannichfache Animalisa-

tion; viele Arten der damaligen Zeit sind von den jetzo lebenden Thieren nicht verschieden, ein großer Theil der Arten und selbst der Gattungen sind jetzo nicht mehr vorhanden; viele, sonst hier lebende Gattungen, existiren gegenwärtig nur in wärmern Climaten. Wo große Pachydermen, wo ganze Heerden von Elephanten lebten, mußte auch eine entsprechende Vegetation vorhanden seyn und aus den uns bekannt gewordenen, fossilen Pflanzen können wir schließen: daß damals Frankreich ein tropisches Clima hatte, wo Palmen wuchsen. Mit den Gebeinen jener untergegangenen Thierwelt kommen an so vielen Punkten Knochen von Menschen vor, daß man an der Existenz des menschlichen Geschlechtes in der tertiairen Epoche kaum zweifeln kann. Alle Verhältnisse jener Zeit, glichen daher den jetzigen, nur war das Clima ein anderes und die Orgánismen trugen zum großen Theile einen andern Character als jetzo. Unter heftigen vulkanischen Zuckungen scheint der jetzige Zustand der Dinge eingetreten zu seyn durch eine Veränderung in der Lage der Erdaxe; indem der jetzige Nordpol entstand, änderte sich das Clima, mit diesem die Animalisation und es trat die actuelle Periode ein. Die nähere Erörterung über diese Diluvial-Revolution und deren Producte findet ihren Platz in der Geologie.

---

§. 19.

Die actuelle Formation, oder das System der sich jetzo bildenden Straten.

Die jetzige Epoche der Erde, von der bereits etwa 6000 Jahre verlaufen seyn mögen (und zu der gewiß eine noch viel größere Anzahl von Jahrtausenden gehören wird), producirt eben so noch Erdmasse, als die früheren Epochen es gethan haben; nur erscheint das unendlich langsam Werdende nicht so großartig, als das in längern Zeiträumen Fertiggewordene. Abgesehen von den mechanischen Anschwemmungen, vermehrt

sich noch auf mehrfache Art die Erdmasse, es erhöhet sich der Grund und Boden vorzugsweise durch Kalk, Thon, Eisen, Kohle ꝛc., meist auf eine Art, die man weder als chemisch, noch mechanisch bezeichnen kann; nur bei den Organismen finden wir eine ähnliche Entwickelung der Stoffe, daher man auch bei der Erde eine Art von organischer Fortbildung anzunehmen haben wird.

Was sich in dieser actuellen Periode entwickelt und gestaltet, giebt zusammen verbunden das wahre Bild einer ganzen geognostischen Formation, während wir aus den frühern Perioden immer nur Bruchstücke einer Formation (als Resultat einer Erdbildungsperiode), zur Zeit kennen gelernt haben, denn noch ist keine Formation durch beide Hemisphären verfolgt; die Versuche, die gemacht wurden, die südamerikanischen Straten mit unsern Formationen zu parallelisiren, haben noch zu keinem sichern Resultate geführt.

Erdmasse entwickelt sich gegenwärtig theils im tiefen, theils im flachen Meere, theils auf dem Festlande.

a) Actuelle Gebilde des tiefen Meeres. Der Meeresboden bestehet theils aus klippigen Kalkfelsen, theils aus welligen Sandbänken, theils aus flachem, schlammigem Grunde; offenbar erhöhet er sich, wenn auch höchst langsam und ganz ungleichförmig, erleidet auch wesentliche Veränderungen durch lokale vulkanische Phänomene, durch fortwährende Einschwemmungen vom festen Lande ꝛc.

Wie die niedern Vegetabilien zum Torfbildungsprozeß, so stehen von den Animalien vorzugsweise die Korallen in innigster und häufigster Beziehung zu dem Bildungsprozesse des Meerkalkes, zeigen sich aber nicht überall gleichförmig; von ihnen gedeihen die, welche keine dicken, aneinander hängenden Lager bilden, wie die Reteporen, ästigen Madreporen ꝛc., im tiefen Meere selbst bis 100 Ellen unter dem Meeresspiegel; andere Gattungen, wie Caryophillia, Astrea, Meandrina etc., bedürfen der Einwirkung des Lichtes und ein warmes Clima, leben daher nur in den obern Regionen des Meeres (bis circa 50′ Tiefe), entwickeln sich hier aber desto

energischer und bilden hier fast allein die **Korallenriffe**, — mächtige Gewebe von steilen Mauern, — wo durch das Thierische die eigentliche Kalkbildung fast ganz verdrängt erscheint, eben so wie manche Torfstraten ganz allein aus Vegetabilien zu bestehen scheinen; die Korallenriffe der Bergkalk- Jura- Kreide- und Flyschformation sind denen sich jetzo in der Südsee bildenden vollkommen ähnlich, nur kann man dort deutlicher beobachten, wie innig sie mit der Kalkbildung zusammenhängen und diese fortsetzen; die steilen Felsen, die sich nach unten als dichter Kalk entwickelt haben, endigen am Spiegel des Meeres meist als Bauwerk von Organismen, ohne daß ein fester Abschnitt Statt hat. Daß diese Kalkentwickelung, mit und ohne Hülfe der Korallen, in den heißen Gegenden jetzo sehr energisch vor sich gehet, ergiebt sich aus der Schnelligkeit, mit welcher sich oft die Gestalt der Inseln und der Grund des Meeres an vielen Punkten verändern; Durchfahrten von bedeutender Meerestiefe werden oft im Verlaufe nicht vieler Jahre unfahrbar. Fortwährend entstehet so neues Festland durch Hervortreten und allmählige Vergrößerung von Inseln; offenbar sind ein sehr großer Theil der fast unzähligen Inseln des stillen Meeres ganz neuer Entstehung und innerhalb der letzten Tausend Jahre hat hier ohne Zweifel das Land eine ganz andere Gestaltung erhalten. Wäre es möglich, zu übersehen, was innerhalb der actuellen Periode sich dort von Kalk gebildet hat, so würden sich ungeheure Gebirgsmassen darstellen, die in ihrem Baue, in der Schroffheit der Felsen, in der buchtenförmigen Anordnung ꝛc. viel Analogie mit den Kalkalpen oder dem Jura haben möchten. Daß nicht Korallenbänke allein, sondern auch wirkliche Straten von dichtem Kalksteine, ganz dem Jurakalke ähnlich, gebildet werden, ergiebt sich daraus, daß wir sehen, wie dieser die abgestorbenen Korallen (z. B. Corallium rubrum), Mollusken, selbst Menschenknochen (z. B. auf Guadeloupe) umhüllt und so aufwärts wächst; wie der ältere Meerkalk damals die Reste von Mollusken umhüllte, eben so thut es der actuelle Meerkalk mit den abgestorbenen Resten der jetzigen Animalien.

In den Meeren der gemäßigten Zone, in dem Mittelländischen, Adriatischen ꝛc., entwickelt sich, wenn wohl weniger energisch, ein ähnlicher harter, marmorartiger Kalkstein, meist als Riffstein oder Calcaire méditerranéen bezeichnet, seltener Korallenriffe tragend; wo er an den Küsten sich an die Kalksteine älterer Formationen ansetzt, sind die Gesteine kaum zu unterscheiden; was dem Meere zugeführt wird, Geschiebe, Kunstproducte ꝛc., verkittet er zu harter Kalkbreccie, die oft bedeutende Felsmassen darstellt, wie bei Marseille. Je reiner der jetzige Meerkalk ist, je weniger erscheint er geschichtet; aber die Schichtung tritt desto stärker hervor, je mehr er durch Schlamm verunreinigt ist.

An andern Punkten des Meeres setzt sich in großen ebenen Flächen ein dunkler, bituminöser, bald mehr thoniger oder sandiger Schlamm ab, auf dem vorzugsweise die Meervegetabilien gedeihen, die Algen, Tang- und Fucusarten (meist große, grüne Wiesenflächen darstellend), auch gewisse Gattungen von Animalien; jährlich erhöhet sich dieser schlammige Grund und begräbt die abgestorbenen Reste der Organismen. Bei außerordentlichen Phänomenen, wie großen Stürmen, oder bei veränderten Strömungen, wird Sand diese Flächen bedecken und so werden Wechsellagerungen von Sand und Schlamm bedingt, die später einmal als dunkler Mergel und Sandstein erscheinen werden.

An vielen Punkten des Meeres häuft sich Sand an, Sandbänke bildend, die oft selbst über den Spiegel des Meeres hervorragen, zum Theil von so außerordentlicher Länge und Breite, daß sie untermeerische Gebirge bilden, die unsere alten Schiefergebirge an Ausdehnung übertreffen; großentheils bestehen sie aus lockerem, wohl auch etwas erhärtetem Sande, der hie und da mit Schlamm vermengt ist; ihre äußere, leicht bewegliche Hülle ist der Entwickelung der Mollusken wenig günstig. Die über dem Meeresspiegel hervortretenden Sandbänke bedecken sich mit Mooren und Landorganismen, aber jedes temporaire Ansteigen des Meeres führt von neuem Meeresboden auf und so wechseln Straten, erfüllt mit Land- und

Meerorganismen, wie wir es auch in den ältern Formationen häufig finden.

Sänke jetzo der Meeresspiegel plötzlich bedeutend herab, so würde der Meeresgrund sich darstellen als eine flache moorig-sandige Gegend, durchzogen theils von welligen breiten Sandgebirgen (den Sandbänken) und steilen, klippigen Kalkgebirgen; alle Straten, einer Formation angehörig, würden innig mit einander verbunden seyn, doch aber nach Verschiedenheit der Gesteine und des Climas einen etwas verschiedenartigen zoologischen Character tragen.

b) Actuelle Bildungen des flachen Meeres. Längst den flachen Küsten und in den Buchten erzeugt der Kalkstein sich nicht in so mächtigen Massen, so mauerförmig, als in den tiefen Meeren; statt der großen Sandbänke ziehen sich, in einiger Entfernung von der Küste, sterile Dünen hin, ihre Gestalt oft verändernd, hinter deren Schutze sich gern ein sehr fruchtbarer Schlamm (der Schlick) ablagert.

In dem Ufersande leben, besonders in den wärmern Gegenden, unendlich vielartige Mollusken, deren Gehäuse hier begraben werden und die muschelreichen Fahlun's der frühern Periode unmittelbar fortsetzen. Oft erzeugt sich hier zugleich Kalkmasse, welche mit dem Sande zu festen Straten erhärtet, die wie der Grobkalk bald mehr sandig, bald mehr kalkig erscheinen und deren jährliches Aufwachsen wir deutlich verfolgen können. Das Spiel der Wellen hält oft Sandkörner oder andere Körper in schwebender Bewegung, um welche Kalkmasse concentrisch sich anlegt, bis die Schwere sie niederfallen läßt, wodurch Oolite gebildet werden, wie wir sie in den ältern Formationen finden. Die Küsten von Sicilien, Griechenland, der Canarischen Inseln ꝛc. vergrößern sich fortwährend durch diese bald sandigen, bald kalkigen Straten, deren Analoga überall in den ältern Formationen hervortreten.

In manchen Meeren, wie längst der Nordsee, setzt das Meer in temporairen Zwischenräumen und zu gewissen Jahreszeiten einen feinen thonigen Schlamm ab, der längst der Küste

bald zu dem Schlick erhärtet, der seiner Fruchtbarkeit wegen den Uferbewohnern so wohlthätig wird, als eigenthümliche Bildung zu betrachten ist und nicht zu verwechseln mit dem Schlamme, den die Flüsse dem Meere zuführen. Wo der Mensch diese Schlickbildung nicht schützt, wird sie oft wieder weggerissen, oder durch Flugsand bedeckt und verunreiniget; es erzeugen sich dann Moore, wo Meer- und Landgebilde mit einander ringen und wechsellagern, wie es auch der Fall ist, wenn aus Binnenseen und Bayen das Meer sich oscillirend zurückziehet.

c) Actuelle Bildungen auf dem festen Lande. Manche Quellen, Moore und Landseen setzen Kalkstein ab, der nicht selten den Boden bedeutend erhöhet. Wo dieser Kalkbildungsprozeß statt hat, entwickeln sich die Animalien häufiger als die Vegetabilien; die abgestorbenen Reste der letztern verschwinden auch bald, lassen höchstens Spuren ihrer Form zurück, während die Schaalen der Mollusken und die Knochen der Thiere sich trefflich erhalten. Dieser Süßwasserkalk ist theils dicht und politurfähig (wie der Kalksinter von Carlsbad, Tabritz rc.), theils porös (Kalktuff), theils stalactitisch geformt, wie in den Höhlen; in den Landseen erscheint er zuweilen bituminös, stinkend, mit schlammigen Absätzen wechselnd (Debrizin in Ungarn), umschließt auch wohl Straten von Asphalt, der sich aus Bergöhl verdichtet (wie im Thale des Jordan, in Albanien rc.), oder Massen von Schwefel, wie bei St. Phillipi in Toscana. Die anfänglich im gallertartigen Zustande gebildete Masse verhärtet allmählig, wodurch sich eine Reihe von übereinander liegenden Straten bildet, die sich unmittelbar an die tertialren und ältern Süßwasserkalke anreihen.

In andern meist niedern zuweilen auch hohen Gegenden erscheinen Moore, oft von außerordentlicher Verbreitung (wie in der norddeutschen Ebene), durch welche das Land nicht selten bedeutend erhöhet wird. An manchen Stellen setzt sich bloß Moder ab, ein thoniger, wenig bituminöser Schlamm, in welchem die abgestorbenen vegetabili-

schen Reste schnell verwesen und spurlos verschwinden; ausgetrocknet stellt sich eine thonige Masse dar, durch welche die Thonstraten älterer Formation unmittelbar fortgesetzt werden. An andern Stellen erzeugt sich durch eine Art von generatio aequivoca die eigenthümliche Torfsubstanz, meist als ein fettes, öliges Wesen; dieß umhüllt die abgestorbenen niederfallenden Vegetabilien, erhält nicht allein ihre Form, sondern wandelt sie mit der Zeit selbst in eine torfartige Masse um; die obersten jüngsten Lager, aus noch wenig veränderten Vegetabilien bestehend, nur überzogen mit einer dünnen Haut von Torfmasse (der Moos- oder gelbe Torf), sind ein schlechteres Brennmaterial, als die untern Lager (der schwarze oder Sumpftorf), bei denen die Umbildung weiter vorgerückt ist.

Wo Torf sich bildet, da finden sich selten Animalien, dagegen wird die Entwickelung der Vegetation außerordentlich befördert; nicht große Wälder aber sind es, die hier gedeihen, sondern vorzugsweise Sumpfgewächse und Kryptogamen; ziemlich schnell wachsen die bituminösen Schichten bis 30 oder 40′ in die Höhe, und machen die großen Bäume oft absterbend, die dann auch wohl aufrecht stehen bleiben. Die antiseptische Eigenschaft der Torfwasser und weil hier nichts verfault, zeigt deutlich, daß der Torf nicht durch einen Fäulungsprozeß entstehen kann. In manchen Landseen, wo fast alle Vegetation fehlt, fällt die Torfsubstanz, nur mit etwas Schlamm verbunden, nieder und bildet den Baggertorf, der wohl auf keinen Fall aus Vegetabilien entstanden seyn kann.

Mit dem Torfe erzeugt sich gewöhnlich auch Eisen; fast aller Torf enthält Blaueisenerde (phosphorsaures Eisenoxydulhydrat), eine schmierige Masse, die erst an der Luft erhärtet und blau wird; nicht selten enthält der Torf so viel schwefelsaures Eisen, daß er zu Vitriol benutzt wird und daß sich Schwefelkies in Kristallen daraus bildet.

Der eigenthümliche Eisenbildungsprozeß tritt häufig auch allein und energisch auf. In vielen Mooren bilden sich die

Sumpf- und Morasterze oder Limonite, als anfangs gallertartige Eisensubstanz (meist phosphorsaures Eisenoxydul), die bald erhärtet; wenn sie abgestorbene Vegetabilien umhüllt, so verschwinden diese, meist bleibt nicht einmal ihre Form zurück, oder sie werden selbst in Eisenstein verwandelt, auf analoge Art, als in den Torfmooren das Holz zu Torf wird. In manchen Landseen (in Schweden, Rußland ꝛc.) schlagen sich ähnliche Eisensteine, ganz ohne Zutritt von Vegetabilien nieder (Baggererze), die sich, weggenommen, stets wieder erzeugen, wie es auch bei den Morasterzen und dem Torfe der Fall ist.

Auf analoge Art entwickelt sich an manchen Punkten in den Mooren ein lockerer Kalkmergel, der feucht und formbar ist (Wiesenmergel), mit dem stets viele und wohl erhaltene Süßwasserconchylien vorkommen; er erscheint öfter in Wechsellagerung mit Torf und Sand; man wird daher anzunehmen haben, daß auf derselben Stelle, bei veränderten Verhältnissen sich bald diese, bald jene Substanz erzeugen kann.

Indem die Moore zu Zeiten überschwemmt, öfter von Flugsand bedeckt werden, bilden sich Wechsellagerungen von Torf, Moder, Thon, Sand, Mergel, Eisenerz ꝛc. es entwickelt so sich ein Schichtensystem, ganz analog der Braunkohlen- und Gritformation.

Von großem Einfluß auf die Veränderung und theilweise Erhöhung des Bodens ist der Flugsand, der oft unaufhaltsam, alles bedeckend, fortrückt und moorige oder cultivirte Gegenden mit einer Sandlage bedeckt, die wohl einige hundert Fuß hoch ist (worüber Jameson schlagende Beispiele beigebracht, in der Uebersetzung von Cuvier's Urwelt, die auch in Nöggerath's deutscher Uebersetzung II. pag. 178 angeführt werden).

Aus den Gebirgen führen die Gewässer eine Menge Schutt mit sich und erhöhen dadurch die umliegenden Ebenen; die Flüsse enthalten mehr oder weniger einen merglichen, lehmigen Schlamm, den sie beim Uebertreten in den niedern Gegenden absetzen oder diese dadurch erhöhen. Die großen Ströme, wie der Nil, Ganges ꝛc. schieben bei ihrer Einmündung in das

Meer Delta's von Schlamm und Sand vor sich her, die mit der Zeit zu Landstrecken von ungeheurer Ausdehnung anwachsen; die durch die Flüsse mitgebrachten Reste von Landorganismen vermengen sich hier mit Meerorganismen; durch solche Delta's der tertiairen Epoche wurden die Thäler des Po, Arno rc. ausgefüllt. Wo Binnenmeere durch Verminderung der Gewässer ihren Zusammenhang mit dem großen Meere verlieren, werden sie allmählig zu Landseen; von den Landseen laufen viele (wenigstens in den nördlichen Gegenden) nach und nach ab, werden zu Mooren, die auch oft wieder mit der Zeit austrocknen und dann eine andere Vegetation tragen.

Durch mächtige Ströme werden, wie in Amerika, zu Zeiten außerordentliche Massen von Baumstämmen zusammen getrieben und allmählig unter Schlamm begraben, wo sie sich unter gewissen Umständen zu fossilem Holze umbilden mögen; auf ähnliche Art werden die Straten von fossilem Holze der tertiairen Formation entstanden seyn (z. B. in dem Alpinischen Draugebilde), aber ohnmöglich kann man unsern Braun- und Steinkohlen eine solche Entstehung geben.

Die der Erde entströmenden Quellen bringen Bestandtheile mit, die zur Erhöhung der Erdrinde ebenfalls beitragen. (Manche Gegenden, z. B. am caspischen Meere) sind sehr reich an Quellen von Wasserstoffgas und kohlensaurem Gase, hier vorzüglich kommen auch beide Gasarten in liquider Form verbunden vor, als Quellen von Naphta und Bergöl und man kann hier Uebergänge von der flüchtigsten Naphta bis zum zähesten Bergöl beobachten; wo dieses sich auch sonst findet, immer wird es aus der Verbindung jener Stoffe hervorgegangen seyn; derselbe Prozeß, der hier im Innern der Erde vorgehet, wird bei dem Torfbildungsprozesse auf der Oberfläche statt haben. Zum Theil kommt das Bergöl nicht zu Tage, durchdringt aber ganze Schichten von Sand (Theersand) oder von Kalk und schwängert diese so mit Bitumen, daß sie theils als Bergtheer, theils als schlechtes Brennmaterial benutzt werden. Das in Quellen zu Tage tretende Bergöl verbreitet sich oft über große Flächen und bildet so eine Schicht von schwar-

zer gagatartiger Kohle, oder es ergießt sich in Landseen und bildet hier unter dem Wasser ähnliche Kohlenstraten (wie im todten Meere, auf der Insel Trinitat ꝛc.); so sehen wir gegenwärtig an vielen Punkten sich Kohlenstraten entwickeln, ganz ohne Zutritt von Vegetabilien; auf ähnliche Art mögen manche ältere Kohlenstraten entstanden seyn, wie die tertiaire Travertinkohle bei Aix ꝛc.

Kieselerde führen viele Quellen, aber nur wenige setzen in Menge einen reinen Quarzsinter ab, wie der Geiser in Island. Der Schlamm, den besonders die Moore absetzen, bestehet vorzugsweise aus Kiesel- und Thonerdegallert, dessen Bildung noch sehr viel Problematisches hat.

Zu den häufigsten Bestandtheilen der Quellen gehören: Chlornatron (Kochsalz), kohlensaures Natron (Soda), schwefelsaures Natron (Glaubersalz) oder schwefelsaure Talkerde (Bittersalz). Manche Quellen sind mit einem oder mehreren dieser Salze fast ganz gesättigt, münden diese nun in Bassins, die keinen Abfluß haben und in warmen Gegenden liegen, so verdunstet Wasser, während sich eine Schicht von Salz bildet; bei geringer Verdunstung bildet sich auch Schlamm, der mit den Salzstraten wohl wechsellagert. Da in diesen Salzsoolen keine Organismen leben können, so fehlen auch alle organische Reste. Immer bildet hier sich nur wasserhaltiges Kochsalz und kein wasserleeres Steinsalz; jenes löst sich leicht, dieses schwer in Wasser auf. Alle diese Salzstraten sind wahrscheinlich nur temporaire Bildungen, denn ein etwa dereinstiges Ansteigen des Meeres dürfte sie wieder zum Theil wenigstens auflösen. Die Steinsalzstraten unserer ältern Formation werden größtentheils wenigstens gewiß nicht durch einen ähnlichen Verdunstungsprozeß entstanden seyn, deßhalb schon, weil sie mitten zwischen Meeresstraten liegen und großentheils aus wasserlosen Gesteinen bestehen.

Straten von Gyps, obwohl sie in allen Formationen vorkommen, sehen wir merkwürdigerweise sich gegenwärtig nirgends aus dem Wasser absetzen, wenigstens ist zur Zeit noch kein Punkt bekannt geworden, wo ein Niederschlag von Gyps

beobachtet wäre und dieß bekräftiget die vielfach ausgesprochene Ansicht: daß der Gyps überhaupt kein ursprüngliches Gebilde seyn wird, sondern durch Metamorphose entstanden ist und noch fortwährend auf diese Art entstehet. Dieß letztere durch bestimmte Thatsachen in dem ältern Gebirge nachzuweisen, hat seine großen Schwierigkeiten; aber es ist augenfällig, wenn die Gypsbildung sich energisch in einem Stratensysteme zeigt, welches selbst erst ein Product der jetzigen Periode ist. Daß in den tertiairen Straten Italiens Gyps, Steinsalz und Schwefel sich noch fortwährend bildet, ist sehr allgemein anerkannt, aber auch in den Lavagesteinen und Tuffen der vulkanischen Gegenden, die den Aetna und Vesuv umgeben, daher doch wohl der jetzigen Periode angehören werden, findet eine fortwährende Gypsbildung augenfällig statt, die neuerlich vom Professor Fr. Hoffmann (über die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln, Leipzig 1832) beobachtet und beschrieben ist. Ueber die Insel Lipari verbreiten sich mächtige Tuffmassen, die vielartig sich verändern; an manchen Stellen scheidet sich Kieselmasse aus, in Form von Menilitknollen, die ein mergelartiges Gestein durchziehen, an andern Punkten sind ganze Straten in ein trippelartiges Gestein umgewandelt, an noch andern erscheint Gyps in Tuffwänden, die oft über 200′ hoch und mehrere Stunden lang sind. „An den obern steilen Wänden" — heißt es cit. loc. pag 41 — „welche den Rand des Tha„les Valle di Muria bilden, sahen wir unmittelbar unter „der Auflagerungsfläche einer mächtigen, augitreichen Lavabank „ein Profil von zolldicken und feinerdigen, blaßrothen, horizon„talen Tuffschichten auftreten. Gleichförmig, Schicht um Schicht „wechselnd, lag hier stets zwischen zwei Tuffplatten, immer eine „weiße, etwa halb so starke Gypstafel, kristallinisch, blättrig „körnig; und den hundertfachen Wechsel beider Bildungen durch„zogen unregelmäßig verzweigte starke Trümmer von Fasergyps. „Der Gyps verhält sich hier ganz wie im Keuper und bunten „Sandsteine. An den Abhängen des Hügels Alle Croci lie„gen schaalige Lavakugeln, wo concentrische Lavakrusten mit „Gypskrusten abwechseln."

Diese Thatsachen sind von großem Interesse und lehren: daß hier die Schwefelsäure wohl nicht von unten herauf tritt. Wären es Quellen von Schwefelsäure oder schwefelsaurem Gase, die mechanisch aus großer Tiefe hier in den Tuff treten und kohlensauren Kalk in schwefelsauren umänderten, so würde man durch diese chemische Bildung den auftretenden Lauf der Quellen verfolgen können; da aber der Gyps nicht in perpentikulären, sondern in horizontalen und concentrischen Straten liegt und immer mit dem Tuffe wechsellagert, so wird es schwierig, einzusehen, wie von unten heraufdringende Quellen plattenförmige Wirkungen hervorbringen, nun alternirende Schichten verändern können.

Wir glauben vielmehr: daß die Schwefelsäure hier ein Product der Schichten selbst ist und sich hier auf spontane Weise erzeugt, analog den Wasser- und Gasquellen. Nur wird die Bildung der Schwefelsäure unter besondern Verhältnissen statt haben, in deren Gemäßheit sie nicht ausströmt, sondern chemische Verbindungen eingehet.

Zweiter Abschnitt.

Reihe der vulkanisch-plutonischen, oder der kristallinisch-ungeschichteten Gebilde.

Der Haupttypus der hieher gehörigen Massen liegt darin: daß kristallinisch-porphyrartige oder granitische, ungeschichtete und petrefactenleere Gesteine herrschen, nicht sowohl weit fortsetzende Straten bildend, sondern mehr massig, gangartig, stöckförmig, domartig vorkommend, einerseits in die neptunischen Formationen sich verlaufen, sie andererseits auch als etwas Fremdes durchsetzen, in den Contactgegenden sie dann wohl verändern, oft sie erheben und durch alle diese Verhältnisse zu der Annahme führen: daß ihre jetzige Form nicht die erste, ursprüngliche sey, sondern eine secundaire, durch Metamorphose hervorgegangene, daß sie aus vorhandenen neptunischen Straten durch Umbildung entstanden, in einem mehr oder weniger erweichten Zustande hervortraten, die aufliegenden Straten oft durchsetzend und hebend. Sie liegen nicht als das Product verschiedener Zeitperioden über einander, sondern stehen mehr neben einander.

Die vulkanisch-plutonischen Gebilde zeigen alle, diesem nach so wesentliche Verschiedenheiten von den neptunischen Ablagerungen, daß es zweckmäßig erscheint, sie bei der Betrachtung von jenen zu trennen, besonders, da sie eine ganz andere Genesis haben. Die Erde war stets (und ist noch) in einer fortwährenden Entwickelung begriffen, die bildenden Thätigkeiten schafften in den aufeinander folgenden Zeiträumen immer neue Erdmasse (aus welcher die auf einander folgenden For-

mationen hervorgingen), aber in einem amorphen Zustande, in welchem die chemisch-kristallischen Kräfte noch unentwickelt ruheten; indem diese nun durch gewisse Verhältnisse (durch eine Art von Gährung) gleichsam erweckt wurden, blüheten daraus die kristallinischen Gebilde hervor, die, zu Tage strebend, die Ruhe der Natur unterbrachen, und für deren Oeconomie auch deßhalb wichtig sind, weil hierdurch das Untere nach oben kommt und hier in zackigen Felsen der Atmosphäre ausgesetzt, wieder seiner Vernichtung zueilt.

Wie die kristallinischen Massen mit den neptunischen Formationen zusammenhängen, wurde schon mehrfach bei der Morphologie der letztern erwähnt; weil sie eben durch Umbildung aus jenen entstanden sind, so giebt es in der Natur auch keine scharfe Grenze, wenn wir sie wohl künstlich für das System möglichst zu fixiren suchen müssen; Umbildungen, die nicht so intensiv oder so großartig waren, um wesentlich die Lagerungsverhältnisse zu stören, wird man meistens als jenen Formationen untergeordnete Massen betrachten können, während Gesteine, herrührend von Umbildungen, welche die Lagerungsverhältnisse der Ursprungsformation oder der aufliegenden Straten störten, den kristallinischen Gebilden beizuzählen sind.

Können wir geognostisch beobachten, was für Formationen solche Störungen erlitten haben, so können wir hierdurch nachweisen, in welcher ohngefähren geognostischen Erdperiode dieser Umbildungsprozeß statt hatte, da das Stratum, dessen Lagerungsverhältnisse gestört sind, oder welches durchbrochen wurde, vorhanden gewesen seyn muß, als jenes Phänomen sich ereignete; so sehen wir z. B. den Basalt alle Formationen durchsetzen, die Braunkohlen und den Grobkalk überlagern; er kann daher nur in einer Periode aufgetrieben seyn, die mit jenen Bildungen gleichzeitig oder jünger ist; finden wir, daß vulkanische Trümmergesteine mit Flötzen von Grobkalk oder Alpenkalk wechsellagern, so kann die vulkanische Action nur in jenen Bildungszeiten sich ereignet haben. Lassen sich solche und ähnliche Beobachtungen bei mehreren, von einander entfernt liegenden Punkten machen, so wird man zu schließen berechtiget seyn, daß

auch die dazwischen liegenden ähnlichen kristallinischen Massen gleichzeitiger Entstehung sind, wenn gleich die Verhältnisse nicht gestatten, hiervon einen directen Nachweis zu liefern.

Die neptunischen Straten tragen einen höchst einfachen mineralogischen Character, da sie vorzugsweise aus Kalk, Mergel, Thon und Sand in mehr oder weniger verhärtetem Zustande bestehen; die plutonisch-vulkanischen zeichnen sich dagegen durch eine größere Mannichfaltichkeit der Gesteine aus; vorzugsweise sind es Glimmer, Feldspath, Augit und Hornblende, welche hervortreten; alle diese und die meisten andern mit einbrechenden Mineralien haben aber eine ähnliche chemische Zusammensetzung und werden vorzugsweise gebildet durch Kiesel- Thon- Kalkerde, Eisen und Alkali, die in verschiedenen Proportionen mit einander verbunden sind; dieselben chemischen Elemente finden sich auch in den Thon- und Mergelstraten, die allein oder mit Sand als Sandstein rc. auftreten; eine chemische Verwandschaft beider ist daher in die Augen fallend und wird noch dadurch klarer, daß durch eine entbildende Metamorphose die kristallinischen Gebilde oft wieder in homogenen amorphischen Thon zurückgebildet werden.

Häufig können wir überdem durch directe Beobachtungen den unmittelbaren Uebergang und den innigen Zusammenhang einer neptunischen Formation mit einem plutonischen Gebilde nachweisen, wir können zeigen: daß Thon- Glimmerschiefer, Gneis und Granit so sich auseinander herausbilden, daß sie nur als Metamorphosen desselben Grundgesteines erscheinen, daß auf ähnliche Weise der rothe Sandstein mit Thonstein, Porphyr, Mandelstein, der Flyschsandstein mit Serpentin, Talk-Glimmerschiefer rc. zusammenhängt und daher wird die ganze Reihe der kristallinischen Gebilde aus analogen Muttergesteinen entstanden seyn.

Bei den kristallinischen Gebilden giebt es daher 3 Hauptgesichtspunkte, aus denen man sie betrachten und in deren Gemäßheit man sie klassificiren kann:

1) aus dem mineralogischen Gesichtspunkte, indem man vor-

zugsweise die Gesteine und die Art des Vorkommens betrachtet;

2) aus dem geologischen Gesichtspunkte, wo man durch Uebergänge und innern Zusammenhang zu ermitteln sucht, aus welcher neptunischen Formation die Entwickelung erfolgt seyn mag, und

3) aus dem geognostischen Gesichtspunkte, wo man durch ihre Beziehungen zu den benachbarten neptunischen Straten die Zeitperiode zu ermitteln sucht, in welcher sich die kristallinischen Gebilde entwickelt haben.

Die Betrachtung der Gesteine, welche die jetzo thätigen Vulkane hervorbringen, hat vorzugsweise ein mineralogisches Interesse und es ist wahrscheinlich, daß alle analogen Gesteine auch auf ähnliche Art gebildet sind; in den vulkanischen Heerd selbst, wo die Thätigkeiten walten, die jene Gesteine bedingen, wird uns stets der Zugang nicht möglich seyn, selbst wenn derselbe wenig tief läge; deßhalb sind die erloschenen Vulkane in genetischer Hinsicht von größerm Interesse, da wir hier oft in das Innere einzudringen vermögen.

I. **Mineralogische Verhältnisse der kristallinischen Gebilde.** Die sehr vielfachen hiehergehörigen Gesteinsmodificationen wollen wir nicht näher beschreiben, aber gewisse Gesteine zeichnen sich durch ihre Frequenz aus; an sie schließen sich eine Reihe von andern an, wodurch Gruppen gebildet werden, die wir als das Lava- Basalt- Trachyt- Porphyr- und Granitgebilde bezeichnen wollen; ohne daß jedoch scharfe Grenzlinien gezogen werden könnten.

1) **Lavagebilde.** Bei den Vulkanen zeigen sich meistens 3 Gesteinsverschiedenheiten. Der Hauptkörper eines Vulkanes bestehet gewöhnlich aus einer mächtigen, domartigen Auftreibung, aus welcher von Zeit zu Zeit in einzelnen Strömen sich Lava ergießt und Trümmergesteine hervorgestoßen werden, welche dann einen **Crater** bilden. Diese mächtigen domartigen Auftreibungen bestehen häufig (wie am Jorullo ꝛc.) aus Trachyt, oder aus Mandelstein, oder ähnlichen trappartigen Gesteinen. Eigentliche **Lava** nennen wir nur

diejenige Substanz, die in einem mehr oder weniger erweichten Zustande, durch eine spaltenförmige Oeffnung jener domartigen Auftreibung stromartig entfließt und die daher gewöhnlich von verhältnißmäßig geringerem Umfange ist. Nach dem Erkalten erscheint die Lava nur äußerlich porös und schlackig, innerlich aber dicht, massig, meist perpenticulär, oft kuglich abgesondert, dunkelgefärbt und porphyrartig durch eingemengten glasigen Feldspath, Augit, Hornblende, Glimmer, Leuzit ꝛc. seltner wird sie basaltisch und Olivin führend (wie mehrere alte Ströme am Vesuv), oder mandelsteinartig (Teneriffa), trachytisch (Aetna), bimssteinartig (Liparische Inseln), oder erscheint als Obsidian, der zuweilen in großen Strömen den Eruptionskegeln entflossen ist, wie auf Teneriffa.

Mit dem Namen von Auswürflingen werden diejenigen nicht vulkanischen Stücke bezeichnet, die der Vulkan auswürft und die von den durchbrochenen Straten herrühren, die aber im Ganzen selten und unbedeutend sind; so zeigen die Auswürflinge des Vesuv's nur den hellen Flyschkalk der benachbarten Apenninen und sind offenbar mechanisch in den Crater gekommen. Uebrigens bestehen die Trümmergesteine, die zuweilen in außerordentlichen Massen erscheinen, aus zertrümmerter Lavamasse selbst; zum kleinern Theile sind sie von bedeutender Größe und äußerlich schlackig (vulkanische Bomben) meistens kleinkörnig (Rapilli), oder höchst feinkörnig (Asche), dann oft bimssteinartig. Solche Trümmergesteine formen den Crater, werden oft weit durch die Winde fortgeführt und bilden beim Niederfallen Schichten von vulkanischen Tuffen, die auch wohl mit andern sich bildenden Straten, wie vom Meer- oder Süßwasserkalke in Wechsellagerung treten; gewöhnlich werden auch die Eruptionen von großen Wasserproductionen begleitet, welche mit der feinen Asche einen Schlamm bilden, der sich, vermengt mit größern Trümmergesteinen, in den niedern Gegenden absetzt, auch organische Körper, die ihm aufstoßen, umhüllt, wodurch Massen gebildet werden, die ganz das Ansehn von neptunischen Straten haben.

Metamorphosen mannichfacher Art haben in diesem Gebilde statt; die Straten von Asche und Trümmergesteinen erhalten oft eine bedeutende Härte (wie der Piperino in Italien), auch scheiden sich wohl Schwefel, Opal, Quarz ꝛc. aus. Häufig unterliegt die Lava einer entbildenden Metamorphose, sie wird zu einem weichen, oft weißen homogenen Thone, wobei aus ihr Gasarten aufsteigen und sich nicht selten Schwefel, auch Eisen, Kochsalz und andere Substanzen erzeugen.

Das Muttergestein der Laven kennen wir nicht, aber die vulkanischen Gesteine des Aetna und Vesuv setzen sich durch ganz Italien bis in die Alpen fort, wo sich ähnliche Gesteine aus der Mels- und Flyschformation entwickelt haben; daher wird es wahrscheinlich, daß auch die thätigen Vulkane jener Gegend in so neuen Formationen und gar nicht in außerordentlicher Tiefe ihren Sitz haben mögen, wofür auch die Auswürflinge sprechen, so wie die geringe Wirkung, welche die vulkanischen Phänomene auf die Umgegend zeigen; eine Kraft, die eine nur 3—4 Meilen starke Decke sprengen muß, würde gewiß die größten Verwüstungen auf der Oberfläche anrichten, da doch ein vulcanischer Ausbruch, selbst die Erhebung einer neuen vulcanischen Insel auf die umliegenden Erdschichten kaum von Einfluß scheint, auch die Erdbeben nur als unterirdische Gewitter zu betrachten sind, die ihren Sitz in den alleroberſten Erdstraten haben.

2) Das Basalt-Trachytgebilde ist dem Lavagebilde höchst ähnlich und das Resultat von den erloschenen Vulkanen der tertiairen Epoche, von denen die jetzo thätigen Vulkane als Abkömmlinge zu betrachten seyn mögen. Was hier analog unserer Lava aus mehr oder weniger engen Spalten sich hervordrängte, zeigt sich als Basalt oder diesem verwandt; die größern Auftreibungen bildet gewöhnlich der Trachyt oder solches Gestein, das an diesen sich anreihet; vollkommne Crater finden sich hier häufig, wie in Süd-Frankreich und der Eifel, wo man sie Maarn nennt, die theils trocken sind, theils mit Wasser erfüllt; Trümmerge-

steine zeigen sich oft in mächtigen Massen, theils von Basalt, theils von Trachyt abstammend.

In großer Frequenz tritt der eigentliche Basalt (Basaltporphyr, Basaltlava) auf, fest, dunkelgefärbt, mit Olivin, Augit, Hornblende, Feldspath rc., zuweilen porös (Mühlstein von Andernach) oder äußerlich schlackig (Bad Bertrich in der Eifel); ihn begleitet am häufigsten der Phonolith (Klingstein, Porphyrschiefer), der eine hellere klingende Grundmasse hat, mit deutlich ausgesondertem Feldspathe und Glimmer; seltener ein Grünstein (Dolerite) aus Feldspath und Pyropen bestehend (wie am Meisner), auch wohl Wacke und Mandelstein; alle diese Gesteine, vorzüglich der Basalt decomponiren sich häufig in einen dunklen Thon. Dieses, unsern Laven sehr analoge Basaltgebilde, erscheint nicht in mächtigen, domartigen Auftreibungen des Bodens; an unendlich vielen Punkten kann man wahrnehmen, daß es aus Spalten zu Tage getreten ist, die mehr oder weniger enge, zuweilen mehrere Englische Meilen weit fortsetzen; (wie die Dykes in England); oft übersteigt der Basalt kaum die Oeffnung der Spalte, häufig aber thürmt er sich über dieselbe auf, bildet bei langen Spalten mächtige Mauern, bei kurzen aber Kegel, die sich mehr oder weniger hoch erheben; wo wir solche Basaltkegel finden, ist stets zu vermuthen, daß sie über einer solchen spaltenförmigen Oeffnung liegen.

In innigem Connexe mit dem Basalte stehet das Trachytgebilde (Terrain trachitique); hier herrscht der helle, porphyrartige Trachyt oder Trachytporphyr, reich an glasigem Feldspathe (Domite, Trachyte), der auch granitartig wird (Trachyte granitique, micacée, amphibolique), oder porös und quarzig (Porphyres molaires) und in Hornsteinporphyr, Pechstein, Phonolith, Perlstein, Obsidian rc. übergehet, wie in den Euganeen rc.

Der Trachyt erscheint in der Regel nicht wie der Basalt hervorgetreten aus Spalten, gangartig und in spitzen Kegeln, sondern meist in großen, domartig aufgetriebenen Massen (Domes, Cloches), die öfter Crater tragen, aus denen Basalt aus-

fluß und Trümmergesteine ausgeworfen wurden, die meistens wieder trachytisch sind und vielfache Metamorphosen zeigen; durch Einmengung größerer Geschiebe bilden sich Conglomerate, durch Verhärtungen werden zuweilen feste Porphyre aus ihnen gebildet, die in Ungarn den edlen Opal führen, oder dichte, schiefrige Straten; andererseits erscheint ein Haufwerk von obsidianartigem Bimssteine, oft verbunden durch erdige Masse, zuweilen ganz decomponirt, erdig, mit quarzigen Infiltrationen, oder thonig, selbst kreideartig; nicht selten metamorphosiren diese decomponirten Straten sich wieder von neuem, es bilden sich neue, feste Porphyrgesteine (Conglomerates porphyroïdes), häufig Alaunstein führend, selbst zu Mühlsteinen anwendbar; häufig ist das, in diesen Trümmergesteinen begrabene Holz in Holzopal verwandelt.

Basaltische und trachytische Gesteine erscheinen allen ihren Verhältnissen nach nur als verschiedene Formen derselben Substanz; wo eine Erhebung in Masse geschah, da bildete sich ein heller, porphyrartiger Trachyt, wo aber das gährende Gestein sich nicht massig erheben konnte, wo es durch enge Spalten empor treten mußte, da zeigt es sich dunkel und basaltartig. Eine Verschiedenheit des Muttergesteines, die mehr oder weniger flüßige Form, in welcher das Gestein sich befand, so wie die Abkühlungsart, wird von Einfluß gewesen seyn auf die verschiedenen Formen, auf die Bildung von Pechstein, Perlstein, Phonolith &c.

Der Trachyt findet sich wenig in Deutschland, fast nur in der Nähe des Rheines, wie im Siebengebirge am Drachenfels, der Wolkenburg &c., oft begleitet von Conglomeraten (wie an der Ofenkuhle) und Tuffen, wo in einer feinen Grundmasse (dem Britz) häufig kleine Bimssteinstückchen liegen (der Traß von Andernach &c., der zu hydraulischem Märtel dient und deßhalb weit verführt wird); viel verbreiteter ist der Trachyt in Ungarn (Schemnitz, Tokay, Nagiag &c.) in Südfrankreich (Clermont, Mont-d'or, Cantal), am meisten aber in Süd-Amerika, wo die erhabensten Gipfel der Cordilleren aus demselben bestehen.

Der Basalt findet sich in Ungarn nur selten, häufiger in Süd-Frankreich, vorzugsweise aber in Deutschland, und hier zwar in einer west-östlichen Parallele, die aus der Eifel am Rheine bis nach Schlesien läuft, bald blos einzelne Basaltgänge und Kegel, bald mächtige Gruppen derselben darstellt, die selbst zu kleinen Gebirgen sich aufthürmen.

An Erzen ist das Basalt-Trachytgebirge im Allgemeinen zwar arm, aber strichweise führt der Trachyt zuweilen einen großen Reichthum edler Metalle, die mehr stockförmig als gangartig vorzukommen scheinen.

Das Muttergestein der Trachyte scheint in Frankreich der dortige Granit, in Ungarn der Syenit, Porphyr, oft selbst unmittelbar der Sandstein zu seyn; indem hier strichweise eine Art von Gährung statt fand, erfolgten trachytische Auftreibungen, die nicht aus ungeheuren Tiefen hervortraten, sondern aus den zu Tage liegenden Massen; meist war mit dieser Aufschwellung der Bildungs-Prozeß beendet, dauerte er aber örtlich noch fort, so trat die gährende Masse nur durch einzelne Spalten als Basalt hervor, oder es bildeten sich Auswurfs-Crater.

Die Basalte in Deutschland durchsetzen alle Formationen und kommen am Rheine, wie in Schlesien, aus der Killasformation hervor; sie werden daher alle nicht allein gleichzeitig, sondern auch aus gleichem Muttergesteine entstanden seyn; dieses kennen wir zwar noch nicht mit Gewißheit, aber wahrscheinlich sind es die Straten der Killasformation selbst, aus denen die Trachyte und Basalte hervorgingen. Daß der Bildungsprozeß oder der vulkanische Heerd in meilenweiter Tiefe gelegen haben sollte, ist deßhalb nicht wahrscheinlich, weil durch das Hervorbrechen der Basalte das Killasgebirge an sich gar keine Hebung erlitten hat; das Gebirge spaltete sich, große Basaltmassen thürmten sich über das Gebirgsplateau auf, ohne dieses selbst zu erheben, denn das Schieferniveau ist in der Nähe des Rheines ohngefähr dasselbe als in den andern Gegenden, wo sich keine Spur von Basalt findet. Wo aber die Basalte

ein mächtiges Flötzgebirge durchzogen, da werden lokale Erhebungen der jüngern Formationen statt gehabt haben.

Bei Cilly in Kärnthen stehen Trachyte in der innigsten Beziehung zu den Flyschstraten und erscheinen in ganz unbedeutenden Auftreibungen, daher man zu glauben geneigt wird: daß hier der Bildungsprozeß in den alleroberſten Schichten statt hatte.

3) Das Porphyrgebilde. Sehr analog dem Trachyte, meist aber einer ältern Bildungsepoche angehörend, erscheint der so häufige rothe Furitporphyr, mit einer Grundmasse von feinsplittrigem Feldstein und Einmengungen von Feldspath, Quarz nebst wenig Glimmer, um welchen sich eine Menge von ähnlichen, wenn wohl verschiedenartigen, Gesteinen gruppiren. Indem die kristallinische Form zurücktritt, erscheint ein Thonstein (Argilolite, Porphyre terreux), oft unmittelbar in rothen Sandstein übergehend, wie in Sachsen, im Schwarzwalde, in Tyrol, oder ein harter Felsit (Haelleflinta in Schweden), der sich in Killasschiefer verläuft, oder ein Hornstein- Pechstein- Perlsteinporphyr, wie im Tribischthale bei Meißen; häufig wird auch die Grundmasse dunkler, es zeigen sich grüne Porphyre, Trapp- und Mandelsteine, die im rothen Sandsteine, wie bei Ilfeld, sich verlaufen, oder es mengt sich Augit und Hornblende ein, wodurch dunkle Porphyre (Melapyres) gebildet werden, die wieder in Basalte übergehen und mit diesen innigst zusammenhängen, wie in Tyrol. Andererseits aber wird die Masse auch kristallinischer und es zeigen sich Syenit, Granit (wie ohnweit Meißen), Hyperstehnfels, wie auf den Schottischen Inseln, auch wohl Grünstein, Serpentin rc.

Wahre Crater, aus denen Lavaströme ausgeflossen oder Trümmergesteine ausgeworfen wären, sind noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen; ob die Porphyr Breccien durch Abreibung des auftretenden Porphyres entstanden seyn mögen, scheint noch sehr zweifelhaft, sie sind wenigstens großentheils vielleicht durch chemische Contraction entstanden.

Erzgänge fehlen meist; Erze sind selten, am häufigsten findet sich noch Braunstein, der wohl in gangähnlichen Massen vorkommt, wie bei Ilfeld. Eine entbildende Metamorphose bemerkt man häufig, ganze Massen von röthlichem Porphyre sind zu Porzellanthon geworden, wie zu Morl bei Halle, wobei Eisen und Kali verschwinden; Mandelstein und Trapp bilden sich auf ähnliche Art zu dunklem Thone um.

Das Porphyrgebilde erscheint theils in domartigen, kegelförmigen, auch rückenartigen Bergen, die wohl sich zu kleinen Gebirgen gruppiren und meist aus dem gewöhnlichen Porphyre bestehen, theils in deutlichen Gängen und Stöcken, welche dann häufig dunkle Porphyre oder basaltartige Gesteine zeigen.

Das Muttergestein der Porphyre ist sehr häufig der Psephitsandstein und wo dieser sich findet, fehlt auch der Porphyr gewöhnlich nicht; häufig lassen sich leicht die Uebergänge verfolgen vom Sandsteine bis zu dem ausgezeichnetsten Porphyre. Dieser innige Zusammenhang beider Gesteinarten ist auch längst anerkannt worden; da man aber häufig von der Ansicht ausging, daß der Porphyr aus großer Tiefe herstammen müsse, so führte dieß zu der Annahme: daß der rothe Sandstein ein Product des Porphyrs seyn würde, entstanden aus den Abreibungen, die der Porphyr beim Herauftreten erlitten habe. Das Unhaltbare dieser Hypothese möchte wohl sehr klar am Tage liegen, besonders da man dann auch den bunten Sandstein, der dem Psephit so ähnlich ist, aus einer ähnlichen Quelle herleiten müßte, obgleich in diesem bis jetzo nur am Schwarzwalde Porphyre aufgefunden sind.

Aber auch aus andern Formationen entwickelten sich Porphyre; die Killasformation wird oft von Porphyrgängen durchsetzt, die wahrscheinlich aus Killasstraten selbst entstanden, oder aus einem unterliegenden Sandstein; der Schwarzwälder Sandstein gehet sehr häufig in Porphyr über, aus dem Flysch- oder Wienersandstein haben sich zuweilen auch Porphyre entwickelt, wie bei Wölau in Kärnthen.

Der Porphyrbildungsprozeß oder der sogenannte Heerd

dieser vulkanischen Gesteine liegt meistens in sehr geringer Tiefe und dieß ist offenbar auch der Grund, warum die Porphyrberge meist von unbedeutender Höhe sind. Wurde der Bildungsprozeß in einer Schicht rege, die gar nicht, oder nur wenig bedeckt war, so stand ihrer Aufschwellung nichts Wesentliches entgegen, wo aber, wie beim Basalt häufig, die gährende Schicht sich aus einer engen Spalte durch hoch aufliegendes Gestein hindurch drängen mußte, da thürmte sie sich in hohen Massen auf. Wenn auch der vulkanische Prozeß als solcher gar nicht ein eigentlich feuriger ist, so wird die Lava, die durch enge Spalten aufsteigen muß, hierdurch schon erhitzt werden, deßhalb wird auch der analoge Basalt als feurig flüßige erhitzte Masse aufgetreten seyn, wie wir aus den Veränderungen erkennen, die der Sandstein oft in seiner Nähe erlitten hat; beim Aufsteigen des Porphyrs scheint aber gar keine intensive Hitze statt gehabt zu haben, da die oft unmittelbar daneben stehenden Steinkohlen, Sandsteine ꝛc. gar keine Veränderung erlitten haben; deßwegen weil hier bald unter Tage liegende Schichten sich aufbläheten und nicht durch enge Spalten hoch anzusteigen brauchten. Am Petersberge bei Halle, bei Merane in Tyrol ꝛc. möchte sich der Porphyr aus den obersten Schichten des Sandsteines entwickelt haben; auf dem Schwarzwalde haben sich tiefliegende Sandsteinschichten in Porphyr umgebildet, wobei das Gebirge mannichfach zerrissen wurde, und in **Val di fassa** (südliches Tyrol) mußte die gährende Masse durch enge Spalten hoch aufsteigen und ward dadurch basaltartig.

Der Porphyr verdankt seine Entstehung offenbar einem chemischen Prozesse, durch welchen die Masse einen andern Aggregatzustand annahm, durch eine Art von Gährung umgebildet wurde und nun in kristallinischen Formen gleichsam aufblühete. Die Kraft zu kristallisiren, sich nach chemischen Proportionen zu vereinigen, ruhet in jedem amorphischen Minerale; durch gewisse Mittel vermögen wir in unsern Laboratorien diese zu erwecken, aber die Natur kann und wird sich hierbei anderer Mittel bedienen. Der Sand des Braunkoh-

lengebildes ist in einzelnen Massen zu einem vollkommenen Hornsteinporphyre geworden; wir können hier noch alle Mittelstufen verfolgen und beobachten, wie die Quarzmasse immer mehr in einander fließt und aus dieser sich wieder Quarzkristalle ausscheiden, ohne daß hier Feuer oder Säuren von Einfluß wären. Nicht selten sehen wir, wie aus dem Schlamme der tertialren Zeit sich die Kieselmasse zu porösem Quarze (Mühlsteine, **Meulieures**) concentrirt und unregelmäßige Stücke bildet und es ist wohl nicht zu leugnen, daß solche Bildungen eine gewisse Analogie mit der Porphyrbildung haben.

4) Das Granitgebilde. Aehnlich dem Trachyte und Porphyre tritt der Granit auf als Mittelpunkt einer Gruppe vielfacher Gesteine, bestehend aus der Zusammenfügung von kristallinischem Feldspathe, Quarze und Glimmer; er wird zum Greisen (Hialomicte), wenn der Glimmer fehlt, zur Protegine, wenn der Glimmer durch Talk vertreten wird, modificirt sich zu Schriftgranit, porphyrartigen Granit, Syenit, Euphotid, Porphyr, Grünstein, Serpentin, gehet aber oft auch so in Gneis und Glimmerschiefer über, stehet mit diesem in so innigem Verbande, daß er meistens nur als eine kristallinischere Modification dieser Straten erscheint.

Gneis- Glimmer- Hornblende- Talk- Grünsteinschiefer, Serpentin, Schaalstein ꝛc. bilden wieder ein oft innig verbundenes, halbkristallinisches, schiefriges Stratensystem, analog dem Thonsteine; sie gehen ihrerseits in Thonschiefer, Grauwacke, Sandstein ꝛc. so unmittelbar über, bilden sich aus diesen so heraus und stehen mit ihnen überhaupt in so inniger Beziehung, daß wir gezwungen werden sie anzusehen, als aus jenen Straten dadurch entstanden, daß die Bestandtheile eine andere, kristallinischere Form annahmen, sich chemisch reiner ausschieden. Indem nun die granitischen Gesteine aus diesen dadurch sich herausbilden, daß die schiefrige Textur ganz verschwindet und die Masse vollkommen kristallinisch wird, so wird hierdurch ihr Zusammenhang mit den neptunischen Straten wohl unzweifelhaft. Die Granite ꝛc. haben sich theils au-

Gneis und Glimmerschiefer entwickelt (wie in den östlichen Alpen, in Sachsen ıc.), theils aber auch unmittelbar aus den neptunischen Schiefern.

Die erwähnten kristallinischen Schiefer, die eine nicht ganz vollständige Metamorphose erlitten haben, erscheinen nicht gangartig oder in kegelförmigen Bergen, sondern meist in ausgedehnten welligen Massen, die nicht selten unveränderte Schiefer umschließen und mehr oder weniger mit erhoben haben.

Die Granite bilden mehr domartige und mauerförmige Erhabenheiten, die oft hoch sich über das Niveau der Schiefer erheben; gewöhnlich haben sie sich aus mächtigen Spalten hervorgedrängt, dann das Nebengestein wohl verändert und erscheinen in diesen wohl gangartig, wie eingespritzt; hier war die Granitmasse nicht allein in einem erweichten Zustande, sondern hatte auch wohl eine hohe Temperatur.

Krater und stromartige Bildungen sind bei den Graniten noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen; aber Blöcke und Trümmer finden sich öfter bei sehr hohen Auftreibungen außerordentlich verbreitet und unter Umständen, die glauben lassen, daß mit Emporhebung dieser Granite auch viel Trümmergesteine gebildet wurden, wie es auch nicht anders seyn kann, wenn die Auftreibungen sich einander folgen, wo eine neue Erhebung die stehenden Granitfelsen fortschiebt und zertrümmert. So weit die Gotthard-, und Montblanckette reicht, wird sie durch einen weiten Kranz von, zum Theil sehr großen Felstrümmern und Blöcken umgeben, die alle Formationen bedecken und vorzugsweise da sich finden, wo große Thäler auslaufen. Die Scandinavischen Trümmergesteine und Blöcke verbreiten sich auf ähnliche Art über die Norddeutsche Ebene, wohin sie vorzugsweise durch Eisfelder geführt seyn mögen, die bei jenen vulkanischen Regungen fortgestoßen und weit weggeführt wurden.

An Erzen ist der Granit meist arm, aber in seiner Nähe setzen häufig reiche Erzgänge auf, theils in Thonschiefer, theils in Gneis und Glimmerschiefer; das Auftreten des Granites scheint in dem umgebenden Gesteine spaltenförmige Senkungen und Risse bedingt zu haben, welche die Natur allmäh-

23

lig wieder zuheilte, wobei sich Erze concentrirten und die nun unsere Erzgänge darstellen.

Die Gesteine dieses Gebildes erleiden häufig eine entbildende Metamorphose; sie verlieren theils ihren ganzen innern Zusammenhang, indem der Granit so locker als Sand wird, theils gehen sie in homogene thonartige Massen über, in Speckstein (wie der Glimmerschiefer von Göpfersgrün im Fichtelgebirge) in Prozellanthon (wie der Granit bei Schneeberg in Sachsen) oder gemeinen Thon, wie manche Grünstein-Hornblendschiefer.

Das Muttergestein dieser pyrotypischen Massen gehört mehreren Formationen an; viele granitische Gesteine stammen aus der Killasformation oder aus Straten unter derselben, wie der Granit auf dem Harze, in Sachsen rc.; manche Straten der Mansfeldischen Psephitformation und des rothen Sandsteines auf dem Schwarzwalde werden ganz granitisch; die höchsten und größten granitischen Massen in der Gotthard- und Montblanckette werden aus den Straten der Molasse- und Flyschformation sich entwickelt haben.

Der Bildungsprozeß dieser kristallinischen Gesteine lag gewiß in sehr verschiedenen Tiefen, was von großem Einflusse gewesen seyn wird auf die Veränderungen der Stratification und die allgemeinen Lagerungsverhältnisse. Der Prozeß, durch welchen der Granit des Harzes gebildet wurde, hatte ohne Zweifel in einer bedeutenden Tiefe statt, denn der Granit hat einen Theil des Gebirges (nicht den ganzen Harz) erhoben und ist aus mehreren großen Spalten zu Tage gedrungen, deßhalb finden wir auch keinen Gneis und Glimmerschiefer, wohl aber wurde der angrenzende Thonschiefer durch Hitze in Hornfels umgebildet. Der Prozeß, welcher die Grünsteine des Harzes, Rheinischen Schiefergebirges rc. bildete, lag dagegen meist nur in sehr geringer Tiefe, denn sie erscheinen nur in sehr kleinen Erhabenheiten und stören nur auf ganz unbedeutende Entfernungen die Regelmäßigkeit der Schichten. Der Prozeß, welcher in den erwähnten Gegenden den Grünsteinschiefer, den Schaalstein, selbst manche mandelsteinartige Trapp

massen bedingte, scheint meist in den alleroberſten Straten wirksam gewesen zu seyn.

In den Sächsischen Gebirgen mag mancher Granit aus großer Tiefe hervorgetreten seyn, allein dem Gneis und Glimmerschiefergebirge dürfte man wohl nicht einen gleichen Ursprung geben, vielmehr scheint deren Bildungsprozeß meist ziemlich oberflächlich gewesen zu seyn; große Theile von Thonschiefer und Grauwacke metamorphosirten sich in die kristallinischen Schiefer, die daher auch oft neben den unveränderten Gesteinen stehen. Alle Granite, die große Plateau's bilden, wie in der Lausitz, in den Asiatischen Steppen ꝛc. dürften wohl nicht aus großer Tiefe aufgestiegen seyn, da sonst wohl steile Gebirgsmassen gebildet wären; indem diese fehlen, wird man den Umbildungsprozeß nur in den obern Straten zu suchen haben. Das Sächsische Weißsteingebirge mit seinen Graniten, die Serpentine und viele andere pyrotypische Gesteine in Sachsen, stellen so wenig steile Gebirgsmassen dar und stehen mit den benachbarten neptunischen Straten in so inniger Beziehung, daß ihr Bildungsprozeß wohl in sehr geringer Tiefe statt hatte.

Der Glimmerschiefer, der die Centralkette der Oestreichischen Alpen zusammensetzt, dürfte aus der dortigen Killasformation dadurch hervorgegangen seyn, daß sie in einem weiten Landstriche sich umbildete und aufblähete; da hierdurch so große Massen entstanden, hat dieser Prozeß auch gewiß bis zu bedeutenden Tiefen seine Wirkung geäußert; daß er aber nur in großer Tiefe gewirkt und eine mächtige Decke gesprengt habe, scheint hier nicht der Fall gewesen zu seyn, da man noch keine abgerissenen Thonschiefermassen auf den Höhen der Gneisgebirge gefunden hat.

Anders ist es in den westlichen Schweitzer- und Savoyschen Alpen; hier starren die Granite in ungeheuren Nadeln hervor, hier ist offenbar die ganze Gegend weit umher mit allen ihren neptunischen Straten hoch erhoben, mächtig zusammengerüttelt; hier hatte der Prozeß, welcher das Granit- und Proteginegebilde hervorrief, gewiß in bedeutender Tiefe statt; eine mächtige Decke mußte erhoben und gesprengt werden, ehe sich die Granite heraufarbeiten konnten; dennoch wirkte diese

Thätigkeit in einer bekannten und zwar sehr jungen Formation.

II. **Geologische Verhältnisse der kristallinischen Gebilde.** Allgemein ist man der Ansicht, daß die pyrotypischen Gebilde sich in sehr großer Tiefe unterhalb der uns bekannten Erdrinde entwickelt hätten, aus großen vulkanischen Heerden, oder aus einem Erdkerne, der ganz andere Eigenschaften besitze, als die Straten, die wir kennen. Dieß würde wahrscheinlich seyn, wenn es unumstößlich gewiß wäre, daß alle kristallinischen Massen als gleichsam etwas Fremdartiges stets und immer alle und jede neptunische Formationen durchsetzten. Wenn es nun auch gewiß ist, daß die ältesten uns bekannten neptunischen Straten von pyrotypischen Massen durchsetzt werden, die daher einen uns unbekannten Ursprung haben; so ist dagegen andererseits nicht zu leugnen, daß ganz ähnliche Gesteine mit den neptunischen Straten in solchen unmittelbaren Conflikt treten, daß wir sie nur als Metamorphosen derselben betrachten können und ist dieß nun wirklich der Fall, so wird man zu der Meinung hingezogen, daß alle pyrotypischen Gesteine einen solchen Ursprung haben, besonders, da es gar nicht einmal wahrscheinlich ist, daß die für unsere Beobachtung älteste Formation — der Killas — auch die älteste Formation der Erde seyn sollte; ähnliche Sand- und Kalksteinformationen, als über derselben liegen, können auch unter ihr vorhanden seyn.

Wie aus den Gesteins-Uebergängen auf die Ursprungsformation der pyrotypischen Gesteine zu schließen sey und wie ihr Bildungsprozeß meist in nicht großer Tiefe statt gehabt haben wird, ist schon mehrfach erwähnt; wir wollen nur wiederholt aufmerksam machen auf den Zusammenhang der Killasschiefer mit dem Grünsteine, Glimmerschiefer ꝛc., der rothen Sandsteine mit den Porphyren, der Flyschsandsteine mit dem Serpentine, Trachyte, der Protegine ꝛc. und übrigens auf die vorhergehende Darstellung Bezug nehmen.

III. **Geognostische Verhältnisse der kristallinischen Gebilde, welche die Zeitperiode andeuten,**

in welcher die Gesteinsmassen zu Tage traten. Um das relative Alter der plutonischen Massen zu bestimmen, giebt es mehrere Momente, die aber zur Zeit noch zu wenig in dieser Hinsicht benutzt sind, um jetzo schon der Darstellung eine gewisse Vollständigkeit geben zu können. Wird ein plutonisches Gebilde regelmäßig von einer neptunischen Formation überlagert, so wird es älter als diese seyn, aber es muß jünger als die Straten seyn, die es durchsetzt und überdeckt; verbinden sich Trümmergesteine einer plutonischen Masse in großer Menge mit irgend einer Formation, so wird es wahrscheinlich, daß das Auftreten jener gleichzeitig seyn wird mit der Bildung dieser; enthält aber ein mechanisch gebildetes Stratum gar keine Trümmer einer benachbarten plutonischen Masse, so wird es wahrscheinlich, daß letzte noch nicht vorhanden war, als ersteres entstand.

Innerhalb der Killasformation liegen viele mechanisch gebildete Straten, wie Sandstein, Grauwacke und dergleichen, aber in diesen findet man fast nie Trümmergesteine von kristallinischen Massen, wenn auch Granit, Gneis, Grünstein ꝛc. ganz in der Nähe anstehen und dieß läßt glauben: daß bei Bildung der Killasformation jene Gesteine meist noch nicht vorhanden waren. Nur auf dem Harze hat man an einem Punkte in den obern Grauwackenstraten granitartige Geschiebe gefunden; bestätiget sich diese Thatsache, so wird man daraus schließen können, daß schon in jener Periode Granite vorhanden waren, was an sich wahrscheinlich ist. Die Psephitformation umschließt überall, wo Porphyre auftreten, auch deren Trümmergesteine und man würde aus diesen, wenn sie wirklich mechanischer Bildung sind, auf die Gleichzeitigkeit des Porphyrs und des Sandsteines schließen können; in den Umgebungen des Harzes und der Sächsischen Gebirge trifft man in dem Todtliegenden keine Geschiebe von Granit, Glimmerschiefer, Grünstein ꝛc. aber in den Umgebungen des Thüringerwaldes kommen diese häufig, am Glazergebirge in Schlesien zuweilen vor; der Granit, Syenit und Glimmerschiefer des Thüringerwaldes werden daher wie die dortigen Porphyre

der Psephitperiode angehören, zum Theil selbst vielleicht noch älter seyn, während die analogen Gesteine im Harze und den Sächsischen Gebirgen jünger seyn möchten. In dem rothen Schwarzwälder Sandsteine finden sich bei Biber, Heidelberg ꝛc. Geschiebe von Glimmerschiefer, Granit ꝛc., weshalb diese Gesteine gleichzeitig oder älter als der dortige Porphyr seyn mögen. In den rothen alpinischen Sandsteinen oder der Melsformation kommen keine Geschiebe der kristallinischen, in der Nähe anstehenden Gesteine vor, die daher einen jüngern Ursprung haben werden.

Ob von den uns näher bekannten Graniten einige aus der sogenannten Urzeit herrühren, d. h. schon vorhanden waren, als sich die Killasformation entwickelte, scheint zweifelhaft; wahrscheinlich möchte es seyn, daß innerhalb der Psephitperiode viele Porphyre entwickelt wurden und daß hier oder kurz zuvor auch Granite, Syenite, Glimmerschiefer ꝛc. entstanden und etwa in diese Zeit dürfte die erste uns bekannte plutonisch-vulkanische Epoche fallen.

In den jüngern Sandsteinformationen finden wir nach den bisherigen Beobachtungen keine Anhäufungen von Geschieben, die auf etwanige gleichzeitige plutonische Erhebungen schließen ließen.

Der Granit des Harzes hat aller Wahrscheinlichkeit nach einen Theil des nördlichen Gebirgsrandes zwischen Ilseburg und Wernigerode in die Höhe gehoben, der auch außerordentlich steil ansteigt; hier zeigen sich längst dem Fuße des Gebirges der bunte Sandstein, Muschelkalk, Quadersandstein und Kreide, unter ganz besondern Lagerungsverhältnissen; ihre Schichten fallen nicht vom Gebirge ab, sondern diesem zu, so daß sie den Granit und Thonschiefer zu unterteufen scheinen; dagegen erscheinen an manchen Punkten, in sehr bedeutenden Höhen, ganz isolirte, abgerissene Flötzpartien, z. B. am Klosterholze bei Ilseburg, Straten, die dem Grobkalk zu entsprechen scheinen und ganz gleich sind mit Gesteinen, die tief unten am Fuße des Gebirges anstehen; solche Thatsachen sprechen dafür, daß der Harzer Granit in einer wahrscheinlich sehr

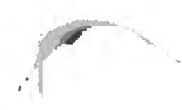
neuen Zeit erhoben wurde; überdem findet man in der Flötzebene, die den Harz umgiebt, Schichten-Störungen, welche auf eine convulsivische Epoche hindeuten, die später, als die Kreideformation eingetreten ist.

In Sachsen hat der Granit bei Hohenstein Doggerschichten (das untere Juragebilde) aus der Tiefe hervorgehoben; bei Weinböhla ohnweit Meißen bedeckt er den Quadersandstein und Plänerkalk; in der Sächsischen Schweitz hat er dieselben Flötzstraten weit über ihr ursprüngliches Niveau erhoben; bei Töplitz verflößen sich Kreide und Porphyr in einander; diese Porphyre hängen wieder mit den Graniten von Zinnwalde und Joachimsthal zusammen, die wieder in innigem Connexe mit Basalten stehen, welche die Braunkohlen überlagern. Den Sächsischen Graniten wird man daher, wenigstens zum Theil, ein sehr junges Alter beizulegen geneigt seyn, da sie der Kreideepoche, wahrscheinlich selbst der tertiairen Zeit angehören werden.

Bei den Graniten der Schweitzer- und Savoyschen Alpen ist wohl nicht zu zweifeln, daß sie die ganze Flyschformation durchsetzt und größtentheils erhoben haben; eine sehr neue Entstehung kann man ihnen um so weniger absprechen, da zugleich tertiaire Straten, oder das alte Alluvium mit erhoben sind und die umhergestreueten Felsblöcke, die mit jener Erhebung in unmittelbarem Connexe stehen, alles überdecken, außer die jetzo sich bildenden Straten.

Die in den südlichen Alpen so häufigen dunklen porphyr- und trappartigen Massen durchsetzen gangförmig die Flyschformation, mit deren jüngsten Straten wechsellagern dunkle pyrotypische Trümmergesteine, deren Bildung wohl zusammenfallen wird mit der Erhebung jener kristallinischen Massen, die daher offenbar in einer sehr neuen Zeit statt hatte.

Das Basaltgebilde sehen wir nirgends durch Flötze überlagert, dagegen durchsetzt es gangförmig alle Formationen; häufig durchziehet der Basalt die Braunkohlen und bedeckt sie, wie in Hessen am Meisner, in Böhmen bei Binow rc., an andern Punkten wechsellagern basaltische Trümmergesteine mit



tertiairem Meerkalke, wie bei Cassel und häufig in Ungarn; im südlichen Frankreich bedeckt der Basalt Conglomeratschichten mit Resten großer Landthiere. Alle Verhältnisse sprechen dafür: daß die Basalte nicht nur gleichzeitig, sondern auch in der tertiairen Epoche erhoben seyn werden.

IV. Geographische Verbreitung der plutonisch-kristallinischen Gebilde, dargestellt aus den eben erwähnten Gesichtspunkten.

1) Skandinavien. Von den neptunischen Gebilden zeigt sich fast allein die Killasformation; nur an wenigen Punkten, wie in Schonen finden sich Straten der Kreideformation. Die Hauptmasse der Gebirge bildet Gneis, Hornblende und Glimmerschiefer, welche mit Thonschiefer und Grauwacke, aber auch mit Sandstein und Orthoceratitenkalk in innigster Beziehung vorkommen; Granit, Syenit und Porphyr durchsetzen alle diese Gesteine, auch den Orthoceratitenkalk (wie bei Holmestrand), thürmen sich darüber auf und nehmen dann oft große Landstrecken ein, wie in der Gegend von Christiania; seltener erscheinen Trapplager wie in Gothland und Oeland, oder Gänge von Grünstein und Basalt. Blöcke und Trümmer dieser kristallinischen Gesteine sowohl, als der von diesen durchbrochenen Straten, bilden theils ganze Züge in Skandinavien selbst, theils überdecken sie die norddeutsche Ebene, ziehen sich auch bis Holland und bis tief nach Rußland hinein, zeigen sich nicht minder in England und Island, umgeben daher das ganze Gebirge. Der innige Verband zwischen den geschichteten und kristallinischen Gebilden läßt nicht zweifeln, daß diese als kristallinische Metamorphosen von jenen zu betrachten sind, bei deren Bildung die Masse aufschwoll und so die steilen, durch schroffe Thäler zerrissenen Gebirge bildete. Bei dem Mangel am Flötzgebirge ist es schwierig die Zeit auszumitteln, in welcher die kristallinischen Gesteine sich entwickelt haben und die Erhebungeu erfolgt sind, die vielleicht mehreren Perioden angehören. Granit, Syenit, Basalt und Grünstein durchziehen alle andere Gesteine; sie werden als die jüngsten

Productionen zu betrachten seyn, deren Austreten wohl mit einer bedeutenden Revolution verbunden war, da sehr große Massen sich durch ein mächtiges Gebirge ihren Weg aufwärts bahnten. Die Verbreitung der oft sehr großen Scandinavischen Felsblöcke durch das nördliche Rußland, Deutschland und England kann ohnmöglich den jetzo wirkenden Ursachen zugeschrieben werden, sondern ist nur von einem außerordentlichen Phänomene herzuleiten; sehr nahe liegt es wohl, die Verbreitung dieser Felstrümmern in Zusammenhang zu bringen mit dem Austreten der Granite, Porphyre rc. und dann fällt dieses Erhebungsphänomen in eine offenbar sehr neue Zeit, etwa in das Ende der tertiairen Epoche oder in die Diluvialzeit. Hiernach würde man diese Granite rc. bezeichnen können als Killasgranite der tertiairen Diluvialzeit. An mehreren Punkten von Schweden, z. B. bei Uddenwalle findet man in beträchtlichen Höhen Ablagerungen von Sand, reich an Muscheln, die meist denen des jetzigen Meeres gleichen; da diese Punkte so einzeln vorkommen, wird es wahrscheinlicher, daß hier die Küsten gehoben sind, als daß das Meer so tief abgefallen wäre, um so mehr, da auch jetzo noch partielle Hebungen der Schwedischen Küste statt zu finden scheinen; ist dieß wirklich der Fall, so möchte man glauben, daß in jenen Gegenden noch gegenwärtig im Innern der Erde ein Prozeß thätig wäre, analog demjenigen, welcher dem Granite seine Entstehung gab, daß dieser aber nur nicht so energisch wirkt, um die Decke zu sprengen und Massen über die Oberfläche zu treiben. Wenn daher Theile der Skandinavischen Gebirge sich auch schon früher aufbläheten, so möchte die Haupt-Erhebung des Landes doch wohl in die Diluvialzeit fallen.

2) England. Hier wird die Killasformation von Graniten und Porphyren durchzogen, die gangförmig, zuweilen wie in die Schiefer eingespritzt vorkommen; daß diese Gesteine aus Thonschiefer sich entwickelten, wird durch Uebergänge wahrscheinlich; die Zeit der Emporhebung ist noch nicht gehörig ermittelt; da aber häufig in den benachbarten Ge-

genden sehr geneigte Kohlenstraten von horizontalen Flötzen des **Old red sandstone** bedeckt werden, so scheint eine Gebirgserhebug schon vor dem **Old red sandstone** statt gefunden zu haben, die vielleicht in Verbindung mit jenen granitischen Erhebungen stehet. In den niedern Gegenden erscheint das Basaltgebilde in Gängen, die oft sehr weit fortsetzen (wie der **Cleaveland trap dyke** in Yorkshire) bestehend aus Basalt, Mandelstein, Grünstein rc. (**Toadstone dykes**), sie durchsetzen den Grit, Lias und Jurakalk; sie werden daher aus der Killasformation stammen und nach der Juraperiode entstanden seyn; dasselbe Basaltgebilde erscheint in Irrland noch viel ausgedehnter und bedeckt hier z. B. am Riesendamme bei Knocklead rc. die Kreide; erwägt man: daß die analogen Basalte in Deutschland, Frankreich, Ungarn in der Diluvialzeit zu Tage traten, daß auf der Insel Wight die Straten von Kreide und **London clay** durch irgend ein großartiges Phänomen zum großen Theil eine senkrechte Stellung erhielten, daß ferner (nach Buckland's Untersuchungen über die Erhebungs-Thäler in Kent rc.) in ganz England nach der Periode der Kreidebildung sehr bedeutende Erhebungen des Bodens statt gefunden haben, so wird man geneigt, diese in Verbindung zu setzen mit dem Emportreten der Basalte, die dann auch der Diluvialzeit angehören möchten.

Schottland ist besonders reich an mannichfachen kristallinischen Gesteinen, arm aber an jüngern Flötzformationen. Innerhalb der Killasformation zeigen sich häufig Glimmerschiefer, Gneis, Granit, Porphyr und die Uebergänge dieser Gesteine in Thonschiefer rc. führen darauf hin, sie aus diesem abzuleiten; anderntheils treten Porphyr, Mandelstein, Basalt, Syenit, Grünstein, Pechstein rc. in so innige Beziehungen mit dem rothen Sandsteine, verlaufen sich durch Uebergänge so in demselben, daß sie aus ihm durch Umbildung entstanden seyn werden. Diese Verhältnisse setzen sich in den Schottischen Inseln fort, wo öfter Granit und Basalt in einander übergehen; hier kommen mehrfache kristallinische Gesteine mit

dem Lias in Conflicte vor, sie überlagern diesen und bilden ihn in kristallinischen Marmor, Quarzfels, Kieselschiefer, dichten Feldstein ꝛc. um. Auf den Hebriden durchsetzen ähnliche kristallinische Gesteine auch die Juraformation; Kreide, so wie tertiaire Straten fehlen hier und ein Verhältniß zu diesen auszumitteln, ist daher nicht möglich. Viele dieser kristallinischen Gesteine mögen aus alten Epochen herstammen, viele sind jünger als die Juraepoche; da nun die Schottischen Inseln in mancher Hinsicht eine Analogie mit Skandinavien haben, da ferner in dem benachbarten Irrland und England die Basalte erst nach der Kreide und wahrscheinlich in der Diluvialzeit zu Tage getreten seyn werden, so mögen auch in Schottland in dieser Zeit plutonische Erhebungen stattgefunden haben.

3) Deutschland.

a) Das Rheinische Schiefergebirge ist in seiner großen Erstreckung von Valenciennes in Frankreich bis nach Hessen im ganzen arm an plutonischen Gesteinen. Granite fehlen ganz, Glimmerschiefer kommt nur sehr wenig bedeutend in der Gegend von Wisbaden vor; Gänge von Porphyr durchsetzen an wenigen Stellen die Schiefer und überragen sie nur unbedeutend, Grünstein und Schaalstein finden sich häufiger, sie erscheinen ganz als Modificationen von Thonschiefer, bilden unbedeutende Erhöhungen und Lagerungs-Veränderungen. Das Basalt- und Trachytgebilde erscheint in 3 einander begrenzende Gruppen, als die Eifel, das Siebengebirge und der Westerwald; trachytische Auftreibungen sind nicht bedeutend und tragen in der Eifel mehrere Krater; der Basalt durchziehet gangweise die Schiefer und thürmt sich zum Theil in mächtigen Massen über sie auf; er hat wohl Zerreißungen und schroffe Thäler bedingt, aber nicht Massen des Schiefergebirges gehoben. Der Mangel an Granit, Gneis ꝛc. stehet hier klar im Zusammenhange mit dem im Allgemeinen sehr gleichmäßigen Niveau des Schiefergebirges, das circ. 1500′ Höhe zeigt; da hier keine in den obern Gebirgsmassen bedingten granitischen Auftrei-

bungen statt fanden, ist der ursprüngliche Oberflächenzustand wenig verändert und es möchte wohl ein arger Mißgriff seyn, wenn man von diesem Gebirge meinen wollte, daß es aus der Tiefe über eine Spalte erhoben wäre: der Basalt, der durch oft sehr enge Spalten hervortrat und sich über diese in mächtigen Kegeln aufthürmte, ist zwar erhoben, hat aber das Gebirge als solches nicht erhoben.

Daß der Glimmerschiefer, Grünstein, auch der Porphyr unmittelbar aus den Schiefern sich heraus gebildet haben, lehren die Uebergänge *). Trachyt und Trapp haben aller Wahrscheinlichkeit nach denselben Ursprung. Die Bildungszeit dieser Gesteine mag in verschiedene Perioden fallen; der Psephit der Gegend enthält nur von Glimmerschiefer Bruchstücke und dessen Bildung wird daher schon in einer frühen Periode statt gefunden haben; über die Bildungszeit der Grünsteine und Porphyre sind noch keine näheren Beziehungen aufgefunden; die Trachyte und Basalte gehören offenbar einer sehr neuen Zeit an, denn der Basalt des Westerwaldes zeigt an vielen Stellen einen großen Einfluß auf die Lagerung des Braunkohlengebildes und überdeckt dieses zum Theil, wird daher jüngern Ursprungs seyn; im Siebengebirge treten die trachytischen Trümmergesteine auf ähnliche Art mit den Braunkohlenstraten in innige Beziehung und bei Uttweiler bedeckt der Basalt deutlich die Braunkohlen. Merkwürdig ist es, daß innerhalb des Rheinischen Schiefergebirges die wichtigern Erzgänge sich vorzugsweise in der Nähe des Basaltgebildes befinden; eine gewisse Beziehung beider auf einander dürfte daher wohl statt haben; zuweilen durchsetzt ein Basaltgang den Erzgang und ist daher jünger, ob aber nicht auch das umgekehrte Verhältniß statt hat, ist noch nicht genau ermittelt.

*) Den Uebergang des Thonschiefers in Porphyr und wie dieser aus jenen entstehen kann, hat neuerlich Professor Nöggerath (in Karsten's Archiv III. v. J. 1831, pag. 112) mit großer Klarheit beschrieben.

b) Die nördliche Basaltparallele. Die eben erwähnten Basalte der Eifel, des Siebengebirges und Westerwaldes setzen ohne Unterbrechung immer in westöstlicher Richtung in die benachbarte Flötzebene und weiter fort; sie durchziehen gangartig alle Flötzformationen, treten zuweilen nur wenig über Tage, thürmen sich häufig in Kegel, zuweilen in sehr mächtigen Massen auf, die von einzelnen Kegeln umgeben, basaltische Gruppen bilden, von denen folgende die wichtigern sind.

a) Das Vogelsgebirge bei Homburg, Nidda ꝛc. in Hessen; die Basalte, zum Theil in großen Massen, bilden eine hohe, rauhe Gegend, durchsetzen meist den bunten Sandstein, werden von vielen Conglomeraten und Tuffen begleitet; ohnweit Marburg überlagert ein basaltischer Dolerit deutlich die Braunkohlen.

b) Das Rhöngebirge bei Fulda, Hilters, Hersfeld ꝛc. in Hessen und Bayern, stellt vorzugsweise eine Gruppe hoher Kämme von Basalt und Klingstein dar, die nur selten von Trümmergesteinen begleitet werden; Basaltgänge finden sich häufig, sie durchsetzen den bunten Sandstein, Muschelkalk, auch das Braunkohlengebilde, wie bei Kaltennordheim.

c) Der Habichtswald bei Cassel (eine kleine Gruppe, die eigentlich nur den nördlichen Ausläufer des Vogelsgebirges bildet) zeigt Basalte, Dolerite und große Massen von basaltischen Trümmergesteinen; diese wechsellagern am Weißensteine ꝛc. mit tertiairen Meeresstraten und haben diese zum Theil sehr erhoben; der Basalt durchsetzt gangweise den Muschelkalk und das Braunkohlengebilde, welches er am Meisner in Verbindung mit Dolerit weit hin überlagert.

d) Das Böhmische Mittelgebirge bei Töplitz ꝛc. bestehet aus mächtigen Aufthürmungen von Basalt und Klingstein, mit wenigen Trümmergesteinen, die sich aus dem Bassin erheben, welches von den Böhmischen, Sächsischen und Schlesischen Gebirgen umgeben wird.

Gangförmig durchsetzen die Basalte den Granit, Quadersandstein, Kreidemergel und das Braunkohlengebilde, wie bei Töplitz und Bunow.

Dieselben Basalte durchziehen in einzelnen Gängen auch die benachbarten hohen Gebirge in Böhmen, Sachsen und Schlesien, sie durchsetzen den Thonschiefer und Gneis (Sachsen), den Granit (Schlesien), den Quadersandstein (Sächsische Schweitz) und die Braunkohlen (wie am Scheibenberger Hügel in Sachsen).

Die Betrachtung einer geognostischen Charte von Deutschland lehrt: daß alle Basalte im nördlichen Deutschland in einer geraden westöstlichen Linie von 200 Stunden Länge liegen, die sich von Prüm in der Eifel bis gegen Breslau und Brieg hinziehet; die größte Breite von etwa 30 Stunden hat sie in Hessen, in der Gegend des Vogelsgebirges und Habichtswaldes; diese Linie wird man als die nördliche Basalt-Parallele bezeichnen können, die gebildet wird durch die erwähnten Gruppen der Eifel, des Siebengebirges, Westerwaldes, der Rhön und des Mittelgebirges, zwischen welchen und um welche herum zum Theil in einem großen Kreise eine sehr große Menge einzelner Basaltkegel sich erheben. Am westlichen und östlichen Ende, am Rheine, in Sachsen und in Schlesien, treten die Basalte aus der Killasformation hervor, sie durchsetzen alle Formationen, auch den tertiairen Grobkalk und die Braunkohlen; da die basaltischen Gesteine hier überall sehr große Analogie mit einander haben, so leidet es wohl kaum einen Zweifel: daß alle diese Basalte sich aus der Killasformation selbst oder aus einer analogen, darunter liegenden entwickelt haben und daß sie alle in einer gleichen Zeit zu Tage traten und zwar während oder nach Bildung der tertiairen Straten, also in der Zeit, die man als die Diluvialzeit bezeichnet. Diese fast unzähligen, zum Theil sehr mächtigen vulkanischen Auftreibungen zeigen deutlich, daß in dieser Zeit die vulkanischen Thätigkeiten ganz ungemein energisch wirkten; da in keiner andern Periode so viel Gebirgsmasse aus dem Innern der Erde hervortrat, so wird man zu glauben

veranlaßt, daß irgend eine besondere Ursache dieses großartige vulkanische Phänomen veranlaßt haben wird. Ob wohl die vulkanische Thätigkeit in einer bestimmten Linie wirkte und hier sich eine unendliche Menge Spalten öffneten, aus welchen Basalt hervortrat, so entstand doch nicht eine große fortsetzende Hauptspalte, aus welcher sich ein Gebirge erhoben hätte. Wo der Basalt aus Thonschiefer, Granit und ähnlichen Gesteinen heraustritt, scheint er gar keine Erhebung der nächsten Umgebung veranlaßt zu haben; das Flötzgebirge wurde aber allerdings durch den Basalt, doch aber immer nur lokal erhoben; der bunte Sandstein, Muschelkalk und die Braunkohlen erreichen in den Umgebungen der Basalte oft ein viel höheres Niveau als da, wo die Basalte fehlen; die Basalte selbst stiegen in dem Mittelgebirge, in der Rhön und im Westerwalde zu einer gleichen Höhe an, gleichviel ob sie aus dem Thonschiefer, dem bunten Sandsteine oder dem Kreidemergel hervorbrachen.

c. Basalt-Parallele im südlichen Deutschland.

a. Der Kaiserstuhl bei Breisach im Rheinthale, eine Gruppe vieler Kegel von Dolorit und Basalt, oft umgeben von Conglomeraten.

b. Gruppe des Högau bei Hohentwiel ꝛc. am südlichen Fuße des Würtembergischen Jura, wo Phonolith vorherrscht, den Jurakalk zuweilen durchsetzend.

c. Gruppe von Urach, am nördlichen Fuße der Würtembergischen Alp, vorherrschend aus Basalttuff bestehend, der Gänge in Lias und Jurakalk ausfüllt.

d. Gruppe in den Vogesen; hier sind nur zwei unbedeutende Vorkommnisse von Basalt bekannt, bei Gundershofen und Reichenweyer, deren Beziehungen zu den Flötzgebilden in der Nähe dunkel sind.

e. Gruppe in Mähren; sehr einzelne Basaltkegel scheinen aus Thonschiefer hervorzutreten.

Von allen diesen Basalten kann man mit Gewißheit nur sagen, daß sie größtentheils wenigstens jünger seyn werden, als Jurakalk; aber die Analogie mit

den nördlichen Basalten führt zu der Annahme: daß sie mit diesen gleichzeitig und aus gleichem Muttergestein seyn werden. Daß diese Basalte die dortigen Gebirge, den Jura, die Vogesen ꝛc. als ganze Massen erhoben hätten, möchte noch sehr zweifelhaft seyn.

d. Der Harz hat im Allgemeinen einen, dem Rheinischen Schiefergebirge ganz ähnlichen Bau und bestehet wie dieses fast allein aus Thonschiefer und Grauwacke. Von pyrotypischen Gesteinen treten Grünsteine auf, theils lagerartig, theils in hervorstoßenden Kuppen, die sich durch Grünsteinschiefer oft unmittelbar in die neptunischen Straten verlaufen; diesen innigen Zusammenhang mit den Schiefern kann man z. B. zwischen Andreasberg und Lauterberg deutlich beobachten; theils erscheinen Porphyre, die sowohl lagerartig vorkommen (wie der Grünporphyr ohnweit Hüttenrode), als auch gangartig (wie ohnweit Lauterberg), theils trappartige Gesteine, die bei Ilfeld sich unmittelbar aus dem Thonschiefer herausbilden und das Todtliegende unterteufen. Alle diese Gesteine bilden unbedeutende Lagerungs-Störungen, keine besondern Erhebungen und mögen mit den Porphyren der Psephitformation gleichzeitig seyn, scheinen wenigstens älter als manche Thäler, die diese Gesteine zuweilen von einander gerissen haben, wie man dieses bei den Porphyren ohnweit Lauterberg beobachten kann. Von größerer Erheblichkeit ist der Granit, der am Brocken und der Roßtrappe aus Spalten hervorgetreten ist, welche quer auf dem Streichen des Gebirges liegen und sich am Nordrande des Gebirges öffneten, weiterhin sich aber auskeilten. In der Nähe des Granites erscheint das Schiefergebirge wesentlich verändert, in halbkristallinischen, trappartigen Hornfels umgebildet, welcher sich weiterhin allmählig in Thonschiefer verläuft und aus diesem offenbar durch Einwirkung des Granites entstand. Dies Verhältniß wird zu dem Schlusse berechtigen, daß der Granit beim Aufsteigen eine hohe Temperatur hatte und da diese das

Schiefergebirge so bedeutend verändern konnte, so wird es wahrscheinlich, daß der Granit selbst aus Straten der Killasformation entstand. An manchen Punkten, wie am Ziegenrücken bei Goslar, überlagert der Granit deutlich die Schiefer, erscheint zuweilen wie eingespritzt in dieselben, umschließt auch an seinen Rändern viele Bruchstücke von Hornfels und wird daher in einem erweichten Zustande aufgetrieben seyn. Wie weiter oben (sub III) bemerkt ist, dürfte das Auftreten des Harzer Granites wahrscheinlich in eine sehr neue Periode fallen, in das Ende der tertiairen Zeit; hier wurde der Granit aus weiten Spalten aufgetrieben und erhob sich im Brocken und Rammberge hoch über das Schieferplateau; zugleich wurde auch der nördliche Rand des Schiefergebirges zwischen Goslar und Wernigerode mit erhoben; daß aber das ganze Schiefergebirge, seinem Streichen nach, durch vulkanische Kräfte, aus einer Spalte hervorgeschoben sey, scheint mir eine irrthümliche Ansicht. Die Porphyre von Ilfeld ꝛc. gehören nicht der Killas-, sondern der Psephitformation an und werden, wie vielleicht auch die Grünsteine des Harzes, älter als der Granit seyn.

e. Die Porphyre des Petersgebirges und der benachbarten Gegend. Die Psephitformation ziehet sich ununterbrochen, wenn wohl strichweise bedeckt durch jüngere Straten, vom Harze bis zu den Sächsischen Gebirgen, in ihrer untern Abtheilung mehrere Steinkohlenflötze umschließend.

Häufig zeigen sich Porphyre, meist in großen domartigen Auftreibungen, besonders in den Sandsteinen über den Steinkohlen (wie am Petersberge), doch auch in den Sandsteinen unter den Kohlen, wie am Schweitzerlinge bei Wettin, welche letztern gewöhnlich etwas dichter sind als jene. Trümmergesteine, zum Theil wohl nicht mechanischen Ursprunges, begleiten den Porphyr häufig und verflößen sich sowohl in diesen, als in den Sandstein. Die Uebergänge lehren den innigen Zusammenhang der Sandsteine mit dem Porphyre, der aus jenen

durch Umbildung entstand, daher als Psephitporphyr zu bezeichnen ist. Die Steinkohlen zeigen in der Nähe der Porphyre in der Lagerung große Unregelmäßigkeiten, die durch das Aufsteigen der Porphyre bedingt seyn werden; die Kohlen sind daher schon vorhanden gewesen, als die Porphyre zu Tage traten. Der dem Todtliegenden folgende Zechstein und die jüngern Formationen erscheinen meist regelmäßig gelagert, am Fuße der Porphyrberge; da nun auch die obersten Straten des Sandsteines zuweilen viele Porphyrtrümmer enthalten, so scheint es: daß die Erhebung dieser Porphyre etwa zu Ende der Psephitperiode selbst statt gefunden haben mag. Der Porphyrbildungsprozeß wirkte daher nicht in großer Tiefe, sondern zum Theil wenigstens in den obern zu Tage liegenden Massen der Formation und ging wohl ohne bedeutende Wärmeentwickelung vor sich, da die Kohlen, wenn sie auch dem Porphyr sehr nahe liegen, unverändert sind. Sehr selten kommen innerhalb der Porphyre gangartige Massen von schlackenähnlichen Porphyren vor (wie bei Brachwitz ohnweit Halle), die vielleicht von neuerer Entstehung sind. Ob die mandelsteinartigen Gänge, die ohnweit Hettstedt (an der Weinstraße) den Psephit durchsetzen, gleichen Ursprung mit den Porphyren haben, ist noch nicht ermittelt.

f) Der Thüringerwald zeigt verwickelte, noch wenig vollständig erörterte geologische Verhältnisse. Der östlichere, breitere Theil bestehet vorwaltend aus der Killasformation, öfter begleitet von rothem Sandsteine mit Steinkohlen; in dem westlichen schmälern Theile herrscht die Psephitformation; ungemein häufig zeigen sich Auftreibungen von Porphyren, dunklen, trappartigen Gesteinen, von Graniten und Syeniten. Bei Ilmenau findet man längst dem Fuße des Gebirges in einer Erstreckung von mehreren Stunden unzählige Abwechselungen von Thonschiefer, Glimmerschiefer und Granit, die in senkrechten Schichten neben einander stehen und so in einander übergehen, daß sie nur als Modificationen desselben Muttergesteines erscheinen; hier wurde der Thonschie-

ser in so beschränkten Massen metamorphosirt, daß keine Gebirgserhebungen damit verbunden waren; wo aber dieser Prozeß auf große Räume wirkte, da sehen wir zum Theil außerordentliche Auftreibungen, die als Granit, Syenit, Trapp, Porphyr und Glimmerschiefer das Gebirge bedecken und aus den Straten der Killasformation entstanden seyn werden. Da die Psephitformation Geschiebe dieser Gesteine umschließt, so werden sie vor oder innerhalb der Bildungsperiode des Psephitsandsteines sich erhoben haben. Anderntheils verbindet dieser Sandstein sich wieder so innig mit porphyrartigen Gesteinen, daß man sie als Metamorphosen dieses Sandsteins wird zu betrachten haben; je nachdem dieser Porphyrbildungsprozeß mehr oder weniger intensiv war, ist das Gestein dichter oder poröser geworden. Manche dunkle, basaltartige Gesteine, begleitet von dunklen Trümmergesteinen, sind vielleicht jüngerer Entstehung und dem Basalte gleichzeitig.

g) Der Frankenwald stellt ein mächtiges Thonschiefer-Plateau vor, entblößt von pyrotypischen Massen, da nur hie und da Grünstein vorkommt; hier werden noch die ursprünglichen, wenig gestörten Lagerungsverhältnisse vorhanden seyn; an eine Erhebung über eine Spalte ist wohl nicht zu denken. Dieses Plateau setzt durch das Fichtelgebirge fort, welches an plutonischen Gesteinen schon reicher ist. Häufig bildet sich hier aus dem Killas der Grünstein heraus, der theils in Lagern, theils in Gängen erscheint, je nach dem der Bildungsact höher oder tiefer lag; auf ähnliche Art tritt auch Serpentin und Eklogit auf, ferner Gneis, Hornblend- und Glimmerschiefer, die unmittelbar in Thonschiefer übergehen. Theils aus Gneis, theils aus sehr breiten Spalten in Thonschiefer erheben sich Kegel und Kämme von Granit, die oft weit fortsetzen, sich hoch über das Thonschieferplateau erheben, doch aber auf dessen allgemeines Niveau nicht von Einfluß gewesen zu seyn scheinen. Alle diese plutonischen Gesteine werden aus dem Killas ihren Ursprung genommen haben; ihre Erhebungs-

periode läßt sich bei dem Mangel an Flötzgebirge nicht wohl bestimmen; da ähnliche Granite in Sachsen neuer Entstehung sind, so mögen die hiesigen es auch seyn.

h) In dem Böhmisch-Baierschen Waldgebirge setzt sich das fichtelgebirgische Killasplateau fort, oft überdeckt von dem Steinkohlengebilde, welches hier nur seltener mit rothem Sandstein in Verbindung stehet; Pyrotypische Gesteine zeigen sich nicht in besonderer Frequenz. Porphyre sind selten; sie begleiten an manchen Punkten die Steinkohlen unter noch unbekannten Verhältnissen; Grünsteine verbinden sich mit dem obern Schiefer; Auftreibungen von Gneis und Glimmerschiefer treten strichweise hervor und zeigen immer unmittelbare Uebergänge in Thonschiefer; Granit bildet theils einzelne Kegel (wie in der Gegend von Eger), die das Ausgehende von Gängen seyn werden, theils lange Kämme, die aus breiten Spalten sich erhoben haben; das Gestein ist hier zuweilen ungemein grobkörnig, an manchen Punkten treten Feldspath und Glimmer so zurück, daß partienweise reiner Quarz erscheint, wie am sogenannten Pfahl ohnweit Zwiesel. Diese Granitkämme erheben sich zwar über das Schieferplateau, scheinen es aber nicht erhoben zu haben. Glimmerschiefer und oft sehr granitartiger Gneis möchten sich aus den obersten Schieferstraten entwickelt haben, die Granite aus tiefer liegenden und die einzelnen Basalte, die hie und da das Gebirge durchziehen, aus noch tiefern Schichten. Ueber die Bildungszeit dieser pyrotypischen Gesteine sind noch keine nähern Beobachtungen angestellt; zum Theil wenigstens mögen sie aus allen Erdepochen stammen, da Jurakalk und Straten der Wealdformation granitische Schichten überlagern, ohne von ihnen in ihren Lagerungsverhältnissen gestört zu werden; die Basalte und manche granitische Gesteine sind gewiß sehr neuer Entstehung. Die Mährischen Gebirge haben einen analogen Bau; nächst dem Granite tritt hier öfter Weißstein und Syenit auf.

i) Das Sächsisch-Böhmische Erzgebirge. Auch der Hauptstock dieses Gebirges wird durch ein Plateau von Thonschiefer gebildet, dem oft rother Sandstein mit Steinkohlen folgt. An pyrotypischen Gesteinen ist dieß Gebirge sehr reich; am meisten entwickelt sind Gneis und Glimmerschiefer, die mächtige Auftreibungen bilden; sie sind nicht durch Spalten erhoben und der Bildungsprozeß hatte seinen Sitz meist in wenig hoch bedeckten Straten; der Glimmerschiefer gehet in den Thonschiefer so unmerklich über und wechsellagert mit ihm in einer Art, daß er nur aus diesen entstanden seyn kann. Mit Gneis und Glimmerschiefer in innigster Verbindung stehen wieder Weißstein, Serpentin, Porphyr, Syenit und Granit, die durch einen intensivern Bildungsprozeß erzeugt wurden; erfolgte der Prozeß in den obersten Schichten, konnte sich daher die Masse nach allen Seiten ausdehnen, so bildeten sich keine Aufthürmungen, sondern mehr Hochebenen, wie in der Lausitz; hatte der Prozeß aber tiefer statt, so durchbrach der Granit das aufliegende Gestein, durchzog es in Gängen, wie am Fastenberge bei Johann-Georgenstadt, thürmte sich auf und lagerte sich auch über die Schiefer weg, wie bei Dohna, Wilsdruff, Lommatsch ꝛc. Dieser Granit nimmt oft Hornblende auf und wird zu Syenit, wie bei Meißen, wird auch porphyrartig und es bilden sich selbst Pech- und Perlsteinporphyre daraus, wie im Tribischthale bei Meißen.

Die Steinkohlen, die bei Zwickau dem Thonschiefer, bei Schönfeld dem Glimmerschiefer folgen, werden von trappartigen Mandelsteinen (Zwickau) und von Porphyren (Schönfeld) begleitet, die ihren Ursprung aus den Sandsteinen genommen haben werden, denen die Kohlen untergeordnet sind; die Psephitformation, verbreitet bei Zwickau, Chemnitz ꝛc., ist reich an rothen Porphyren, die aus ihr selbst durch Umbildung entstanden und oft große Aehnlichkeit mit den Porphyren der ältern Formationen haben.

Basaltgänge durchsetzen hie und da das Gebirge und da

sie am Scheibenberger Hügel über Braunkohlen liegen, sind sie offenbar sehr neuer Entstehung.

Das Auftreten dieser pyrotypischen Gesteine fällt wahrscheinlich in verschiedene Perioden; daß es hier schon vor Bildung der Killasformation sollte Gneis, Glimmerschiefer ꝛc. gegeben haben, ist schon deßhalb unwahrscheinlich, weil die Grauwacke nie Trümmer dieser Gesteine enthält; daß die Basalte, auch mehrere Granite, Syenite und Porphyre, sehr neuen Ursprunges, erst nach der Kreide und selbst vielleicht in der Diluvialzeit hervorgetreten sind, dafür wurden weiter oben Thatsachen angeführt; mit dieser Austreibung wird auch die Bildung vieler Erzgänge gleichzeitig seyn. Gneis, Glimmerschiefer und manche Porphyre mögen aus einer ältern Periode herstammen.

k) Das Schlesische Gebirge. Von neptunischen Straten erscheinen hier die Killas- Psephit- und Kreideformation; kristallinische Gesteine sind ganz ungemein verbreitet und nehmen sehr große Landstriche ein; vorzugsweise ist dieß der Fall mit dem Granit- und Porphyrgebilde; mit erstern verbindet sich oft Serpentin und Gabbro. Granit, auf das innigste mit Gneis verbunden, bildet vorzugsweise das Riesengebirge; der Gneis waltet im Eulengebirge vor; das südwestlichere Altvatergebirge, welches sich nach Oestreich hineinziehet, bestehet vorwaltend aus Gneis und Glimmerschiefer, welcher gewöhnlich den obern Theil des Gebirges bildet. Diese kristallinischen Gesteine gehen durch die sogenannten Urschiefer unmittelbar in den Thonschiefer über, der häufig sich an und über den Glimmerschiefer legt. Serpentin und Gabbro heben sich am Zoptenberge bei Cosemitz, Grachau ꝛc. unmittelbar aus dem Gneise hervor und werden mit diesem gleichen Ursprunges seyn. Einzelne Porphyrkegel kommen am Fuße des Eulengebirges unmittelbar aus dem Gneise, bei Passendorf ohnweit Landshuth aus dem Thonschiefer; häufiger erscheinen sie innerhalb des Steinkohlengebirges; bei weitem der meiste Porphyr aber entsteigt der Psephitfor-

mation und ist hier häufig dunkelgefärbt, trappartig (Basaltit oder Porphyrit). Basalte zeigen sich nur im nördlichsten Theile des Gebirges, zwischen der Sächsischen Grenze und Liegnitz, alle Gesteine durchsetzend.

Die Uebergänge in Thonschiefer möchten dafür sprechen, daß Glimmerschiefer und Gneis, nebst den damit enge verbundenen Graniten, Syeniten und Gabbrogesteinen aus der Killasformation sich entwickelt haben; aus dieser werden auch die einzelnen Porphyrmassen innerhalb des Gneisgebietes entstanden seyn; die Porphyre innerhalb des Steinkohlengebildes scheinen theils aus der unterliegenden Killasformation, theils aus den Sandsteinen, die mit den Kohlen wechseln, sich erhoben zu haben, aber die Hauptmasse der Porphyre, die innerhalb des rothen Sandsteins auftritt und dem Fuße des Gebirges folgt, hat sich wahrscheinlich aus der Psephitformation selbst herausgebildet.

Was nun die Erhebungs- oder Bildungszeit dieser kristallinischen Gesteine betrifft, so werden sie großentheils das Product alter Perioden seyn. An mehreren Punkten, wie am Schlosse Fürstenstein ohnweit Freiburg und am Fuße des Eulengebirges, zeigen sich ganze Bergmassen eines groben Conglomerates, bestehend aus Blöcken von Gneis- und Glimmerschiefer, verkittet durch ein kalkiges oder sandiges Cement, welches sich zuweilen in die Straten der Grauwacke verlaufen soll. Man wird hiernach anzunehmen haben, daß schon in der Killasperiode diese kristallinischen Massen vorhanden waren, oder sich während dieser Zeit entwickelten. Glimmer- und Thonschiefer gehen stets in einander über, ihre Grenze wird nie durch Conglomerate bezeichnet, es möchte daher wohl sehr problematisch seyn, wenn man diese kristallinischen Gesteine einer Urzeit zurechnete, wo die Natur anders gewirkt habe, als später, aber wahrscheinlich sind sie innerhalb der Killasperiode selbst entstanden. Manche Porphyre zeigen Verhältnisse, die darauf hindeuten: daß sie vor Ablagerung der Steinkohlen vorhanden waren, andere scheinen mit diesen ziemlich gleichzeitig zu seyn, die meisten aber sind später innerhalb und kurz

nach der Bildung des rothen Sandsteines entstanden; denn der auf denselben in horizontalen Flötzen liegende Quadersandstein ist durch die Porphyrbildung nicht in seiner Lagerung verrückt.

Die Basalte im nördlichen Theile von Schlesien sind offenbar die letzten Ausläufer der erwähnten nördlichen Basalt-Parallele, daher in einer sehr neuen Periode entstanden; sie kommen theils in niedern, theils an sehr hohen Punkten vor, wie in der Schneegrube. Ob manche Granite auch aus einer so neuen Zeit herrühren, ist noch nicht ermittelt, aber wohl wahrscheinlich.

An Erzgängen ist Schlesien nicht reich. Die Gänge bei Kupferberg setzen aus dem Hornblendschiefer zwar in Porphyr über, zeigen sich aber hier völlig taub. Hier bildeten sich offenbar die Gänge nach dem Porphyr.

l) Das Zweibrücksche und der Donnersberg. Dem Killas des Hundsrück folgt das Steinkohlengebilde und der rothe Sandstein. Granitische Gesteine fehlen hier, so auch Basalte, häufig dagegen treten Porphyre auf, so wie Grünsteine mit Mandelstein und Wacke. Zuweilen scheinen diese wirkliche Lager in der Sandsteinformation zu bilden, meist aber erscheinen sie doch massig als Auftreibungen und haben in den Kohlen- und Sandsteinstraten Störungen bedingt. Es hat allen Anschein, daß diese pyrotypischen Gesteine aus dem Sandsteine selbst sich herausgebildet haben, vielleicht innerhalb der Psephitperiode.

m) Der Schwarzwald, Odenwald und Spessart. Thonschiefer- und grauwackenartige Gesteine kommen in einigen Partien, wie bei Schönau im Schwarzwalde vor, wo sie zuweilen auch Stücke von Granit, Gneis, Porphyr umschließen; ob diese zur Killasformation gehören, ist, wenn auch wahrscheinlich, doch noch nicht unzweifelhaft, da diese nicht die gewöhnlichen Killaspetrefacte führen, auch nicht von Psephit und Zechstein bedeckt werden. Diese beiden Formationen kommen von hier sehr entfernt

nur in unbedeutenden Ablagerungen am Fuße des Spessart vor, wo das Todtliegende Geschiebe von Granit umschließt. Steinkohlen finden sich im Schwarzwalde bei Zunsweyer ꝛc., begleitet von granitischem Sandsteine, mitten zwischen Granit. Der Hauptkörper des Gebirges bestehet aus Nebrasandstein, unterhalb welchem im Schwarzwalde viel Thonstein, Granit und Gneis auftritt, während im Odenwalde und Spessart Granit mit Syenit und Diorit sich in innigster Verbindung zeigt.

Mit dem gewöhnlichen Schwarzwälder Sandsteine wechsellagern nicht selten, besonders in den Umgebungen des Kniebis bedeutende Straten von ganz granitartigem Ansehn; andererseits gehet aber der Sandstein vollkommen und unzweideutig in Thonstein über, der zuweilen mehr als 500′ mächtig ansteht und in welchem man noch öfter die verschiedenen Varietäten des Sandsteines erkennen kann. Hier ist der Sandstein zu der homogenen Masse des Thonsteines gleichsam zusammengeflossen und bildet ein bald lockeres bald sehr festes Gestein; in der lockeren Hauptmasse ziehen sich öfters scharf begrenzte und anders gefärbte harte Flecke zusammen, wodurch anscheinend conglomeratartige Straten entstehen und es das Ansehn gewinnt, als wären Stücke von verschiedenartigem Thonsteine mechanisch in Sandstein eingemengt; solche Straten, die viel Analogie mit den Porphyr-Conglomeraten der Gegend von Halle haben, dürften doch mehr morphologischer als mechanischer Bildung seyn. Dieser Thonstein wechsellagert bei Handschuheim mit Porphyr und gehet nach unten in Granit über, der sich bei Oppenau, Zunsweyer ꝛc. in granitischen, Steinkohlen umschließenden Sandstein verläuft. Diese Uebergänge und das Vorkommen von granitischem Sandstein mitten in dem gewöhnlichen Schwarzwälder Sandsteine führen zu dem Schlusse: daß der Granit, wie der Thonstein des Schwarzwaldes, als morphologische Umbildungen des Sandsteines zu betrachten seyn werden; indem diese sich entwickelten, die Straten in chemische Action, in eine Art von Gährung

geriethen, nahm die Masse einen größern Raum ein, schwoll auf und bedingte Erhebungen.

Wie Ed. Schwarz (Jahrbuch der Mineralogie 1833 pag. 49) wohl sehr richtig ausführt, sind am Schwarzwalde der bunte Sandstein, Muschelkalk, Keuper und Jurakalk bedeutend über ihr ursprüngliches Niveau erhoben, während sich die Molasse in horizontalen Straten an- und auflagert, daher vor deren Bildung eine wesentliche Veränderung statt hatte.

Alle diesem nach wird man jenes Gebilde von Granit und Gneis, Thonstein und Porphyr, als Nebragranit, Nebraporphyr zu bezeichnen und anzunehmen haben, daß diese (wie die ähnlichen Gesteine der Vogesen) in der Molasseperiode (in der Zeit zwischen der Jura- und Kreideperiode) sich entwickelten und erhoben. Da die Rigi-Nagelfluhe Lager in der Molasse bildet und vorzugsweise Geschiebe umschließt, die aus dem Schwarzwalde herzurühren scheinen, so könnte die Bildung jener Conglomerate wohl in Zusammenhange stehen mit der Erhebung dieses Gebirges.

Das Gebilde von Granit, Syenit und Diorit im Odenwalde und Spessart wird aus einem ältern Stratensysteme und aus einer viel ältern Bildungsepoche herstammen, wenn man Geschiebe davon in der Psephitformation wie in dem Todtliegenden von Biber ꝛc. findet.

n) Die Vogesen sind in ihren geognostischen Verhältnissen dem Schwarzwalde sehr ähnlich. Gneis und Glimmerschiefer in Verbindung mit Weißstein und Porphyr bilden mehrere Auftreibungen; sie verlaufen sich durch harte Schiefer in Thonschiefer und Grauwacke, welche keine Bruchstücke jener Gesteine eingemengt enthält; der Porphyr und Grünstein werden aber zuweilen von Trümmergesteinen begleitet, welche Bruchstücke von Granit, Grauwacke ꝛc. enthalten.

Ein Steinkohlengebilde liegt theils auf Thonschiefer, theils auf Granit, in welchen es zuweilen, wie bei St. Pilt und Rodern übergehet.

Die Hauptmasse des Gebirges bestehet aus dem Vogesensandstein, — unser Nebraformation — der nach unten oft unzweideutig in Porphyr oder in Granit übergehet, die durch Umbildung aus dem Sandsteine entstanden seyn werden.

In genetischer Hinsicht wird man daher den Killasgranit und Killasporphyr von dem Nebragranit und Nebraporphyr zu unterscheiden haben, wenn sie auch mineralogisch sich ganz gleichen.

Da in den Vogesen die Flötzstraten bis zum Jurakalke erhoben sind, so möchte die Bildung der Nebragranite, wie im Schwarzwalde, in die Molasseperiode fallen. Ob die Killasgranite früherer Entstehung sind, ist noch nicht ermittelt; bei St. Croix steigt ein Porphyr aus dem Gneise auf und durchsetzt gangartig die Steinkohlen, ist daher jünger als diese.

4) Die östlichen Alpen von Wien bis zur Schweitz. Diese haben eine deutliche Centralkette, aus Glimmerschiefer bestehend, der zuweilen granitisch wird und sehr viele Straten von kristallinischem, sogenanntem Urkalke führt. Am Fuße der Centralkette verläuft sich der Glimmerschiefer fast überall in Thonschiefer, mit viel Kalklagern, der weit unter den Kalkalpen fortsetzt, zuweilen Gänge von Porphyr führt und die Petrefacte der Killasformation umschließt. Daß der Glimmerschiefer als ein fremdartiges Gestein über eine Spalte erhoben wäre und so den Thonschiefer durchsetzt oder überdeckt hätte, möchte hier wohl nicht anzunehmen seyn, vielmehr dürften die Verhältnisse dafür sprechen: daß das Thonschiefergebirge das Muttergestein dieser plutonischen Massen ist, die dadurch sich erhoben haben, daß in gewissen Districten das Schiefergebirge in eine chemische Gährung gerieth, kristallinisch wurde und nun einen viel größern Raum einnahm, als früher. Dieser Bildungsact scheint schon in einer alten Epoche statt gefunden zu haben, da die Flyschstraten, besonders der Alpenkalk den Glimmerschiefer zuweilen überlagern, ohne in ihren Lagerungsverhältnissen

gestört zu werden, daher bereits dieser vorhanden gewesen seyn wird, als die Flyschformation sich entwickelte.

An und auf den Killas legt sich die Melsformation, die (wo der Thonschiefer fehlt) zu unterst dem Glimmerschiefer ähnlich wird und in diesen sich unmittelbar zu verlaufen scheint. Mit den rothen Melssandsteinen in innigem Connexe stehen rothe Porphyre (bei Merane 2c.) und werden aus jenen durch Umbildung entstanden seyn, vielleicht schon in alter Zeit und wohl nicht unter einer Decke, die durchbrochen werden mußte. Dem Porphyre analog erscheinen trachytische Granite (Boveno) und syenitartige Gesteine, die dasselbe Muttergestein haben werden, aber wohl unter etwas veränderten Verhältnissen zu Tage traten; mit diesen stehen wieder in nahem Connexe Mansteine, schwarzer Trapp und Porphyr, wie in Val di Fassa, an welche sich die einzelnen Basaltmassen in Kärnthen (bei Golnitz) anschließen werden. Alle diese Gesteine erscheinen nicht in mächtigen Auftreibungen, sondern in Gängen, welche die Flyschstraten durchziehen, oder als plattenförmige Massen in denselben; dunkle Trümmergesteine, Trapp-Conglomerate, zuweilen schlackenartig, bilden theils einzelne Kegel (Maggio maggiore), theils wechsellagern sie mit hellem Alpenkalke, der zu den jüngsten Gebilden der Formation gehören wird. Das Muttergestein aller dieser Massen ist daher wahrscheinlich auch die Melsformation; ihre Bildungsepoche wird aber jünger seyn, als die der Porphyre; sie entwickelten sich zu Ende der Flyschperiode unter einer hohen Decke, durch welche sie sich emporarbeiten mußten, daher erscheinen statt der rothen Porphyre dunkle basaltartige Gesteine.

Am Fuße der Alpen zeigen die Euganeen große Auftreibungen von Trachyt, Porphyr, Pechstein 2c.; über deren Muttergestein erhält man hier zwar keine Andeutungen, aber wahrscheinlich wird es, wie im südlichen Tyrol, der Melssandstein seyn; auch über die Bildungszeit haben sich noch keine sichern Beobachtungen dargeboten; so viel ist gewiß, daß der helle Alpenkalk (Scaglia) in unmittelbarer Verbindung mit diesen Gesteinen, meist am Fuße der Berge, auftritt, daher beide viel-

leicht sich in gleichen Bildungszeiten entwickelten. Die dunkeln trapp- und basaltartigen Gesteine von Monte bello, von Verona etc., durchziehen gangartig den tertiairen Meerkalk und möchten zu den neuesten Gebilden jener Gegend gehören.

Mit den Flyschsandsteinen treten Serpentin (bei Weidhofen) auch Porphyr und Trachyt (bei Cilly in Kärnthen) in so innigen, durch Uebergänge verbundenen Zusammenhang, daß sie als Umbildungen des Sandsteines zu betrachten seyn werden, die offenbar in einer neuen Epoche statt hatten.

Eben so wenig als der Basalt bei seinem Auftreten ganze große Gebirge erhoben hat, wenn wohl er einzelne, lokale Erhebungen bedingte, eben so wenig kann man wohl den dunklen trappartigen Gesteinen der südlichen Kalkalpen die Erhebung dieser Gebirgskette zuschreiben, wie sich auch schon daraus ergiebt, daß die südlichen Kalkalpen nicht höher sind als die nördlichen, ob wohl die pyrotypischen Gesteine dort sehr häufig, hier sehr selten erscheinen. Für die Bildung der Alpenkette im Allgemeinen scheinen diese dunklen, meist als Augitporphyre bezeichneten Gesteine ohne wesentlichen Einfluß gewesen zu seyn, überhaupt dürfte dieser Theil der Alpen wohl gar nicht als ein aus der Tiefe über eine Spalte erhobenes Ganze betrachtet werden können.

5) Die westlichen Alpen in der Schweitz und Savoyen. Die Killas- und Melsformation fehlen hier fast gänzlich und sind nur auf den südlichen Fuß des Gebirges beschränkt; die Hauptmasse des Gebirges wird durch die Flyschformation dargestellt; nächst dem bildet die Molasse den nördlichen Fuß des Gebirges. Kristallinische Massen erscheinen in außerordentlicher Frequenz und steigen höher an, als die andern Europäischen Gebirge; sie bilden nicht, wie in den westlichen Alpen, eine Centralkette, begleitet von zwei Kalkketten, sondern starren in einzelnen Zügen aus den Flyschstraten heraus und fallen südlich besonders steil ab.

Granit, Gneis, Glimmer- Hornblendschiefer rc. finden sich zwar im Einzelnen hier wie in andern sogenannten Urgebirgen, aber im Allgemeinen haben doch die hiesigen kristalli-

nischen Gesteine einen ganz andern Character, als in den sonstigen Gebirgen; man hat sie daher auch als Halbgranit, Protegine, als Formation de calcaire steatiteux zu bezeichnen gesucht, auch enthalten sie wirklich viel mehr Kalk als sonst das Granitgebilde zeigt und die Kalkstraten kommen unter solchen Verhältnissen vor, daß man sich fortwährend gestritten hat, ob sie dem Ur- oder Uebergangsgebirge beizuzählen wären; die kristallinischen und neptunischen Straten verlaufen sich hier immer so ineinander, daß es meist gar keinen scharfen Abschnitt giebt; die so häufigen und klaren Uebergänge sprechen deutlich dafür, daß diese kristallinischen Gesteine wenigstens größtentheils durch Metamorphose aus den Flyschstraten selbst hervorgegangen sind, bei welcher Annahme eine Menge schwierige Verhältnisse dieser Gegenden ihre Lösung finden. In den vorzugsweise aus Mergelsandstein bestehenden Straten wurde ein chemischer, kristallisirender Gährungsprozeß rege; so entwickelte sich aus dem Thone der Feldspath, Glimmer, Talk zc., der Kalk wurde kristallinisch, die Erden, Alkalien und Metalle gingen mit einander die verschiedenartigsten Verbindungen ein, wobei die Masse aufschwoll, die Decke erhob, durchbrach und oft sich in ungeheuren Nadeln aufthürmte. Daß diese kristallinischen Massen aus dem Innern der Erde aufgestiegen sind, leidet wohl gar keinen Zweifel, daß sie aber aus sehr großen Tiefen, von einem noch brennenden, oder noch unoxydirten Erdkerne abstammen sollten, dieses ist um so unwahrscheinlicher, da die Flyschstraten alle Elemente enthalten, die wir in den kristallinischen Gesteinen finden. Während in den östlichen Alpen die Flyschstraten, aus denen die Kalkalpen bestehen, im Allgemeinen noch unverändert dastehen, so finden sich in den westlichen Alpen klare Beweise von spätern mächtigen Erhebungen; sie erreichen aber auch ein noch einmal so hohes Niveau und die Masse, welche die Hebung bewirkte, Granit, Porphyr zc. liegt klar vor Augen. Die sonst horizontal und sehr niedrig liegende Molasse erscheint hier mehrere Tausend Fuß hoch und ganz steil ansteigend; große Klötze von Flysch stecken mitten im Granit

auf der Jungfrau, am Gotthard, an ganz außerordentlich hohen Punkten; die sonst fast horizontalen Schichten stehen in der Nähe der Granite oft ganz perpentikulär und vorzüglich in der Nähe der kristallinischen Gesteine sind die Flyschstraten so verändert, daß sie oft ganz den Character des sogenannten Uebergangsgebirges annehmen und z. B. aus lockerm Mergelsandstein harter Quarzfels geworden ist.

Da die kristallinischen Gesteine den Flysch gehoben und durchsetzt haben, so können sie nur mit demselben gleichzeitig oder jünger als die Flyschformation seyn und für letzteres sprechen mehrere Gründe; so zeigen die geneigten tertiairen Lignitstraten (das Draugebilde) bei **Chambery, Tour du Pin** etc., die der Flyschformation aufliegen, daß dieser Theil der Alpen in der tertiairen Epoche, oder wahrscheinlich zu Ende derselben eine Hebung erlitten hat; nur in den Umgebungen der westlichen Alpen (nicht in den östlichen) finden sich die merkwürdigen umher gestreueten Felsblöcke, die alles überdecken und aus denselben Gesteinen bestehen, als die in der Nähe anstehenden kristallinischen Massen; ihre Verbreitung in eine oft sehr bedeutende Entfernung und Höhe kann nur mit einer großen Revolution zusammenfallen, die eben durch das Aufsteigen der granitischen Gebilde bewirkt seyn wird.

Alle erwähnte Thatumstände berücksichtigend, wird man die kristallinischen Gesteine der westlichen Alpen als Flyschgranite ꝛc. bezeichnen können, deren Auftretungszeit in die Diluvialepoche fallen wird; sie werden daher gleichzeitig seyn mit den deutschen Basalten; da sie aber ein viel jüngeres Muttergestein als diese haben und nicht in einzelnen Gängen, sondern in ganzen Massen sich erhoben haben, so tragen sie einen ganz andern mineralogischen Character.

Am Rigi umschließt die Molasse in der dortigen Nagelfluhe abgerundete Geschiebe mannichfacher Art, die mit außerordentlicher Mächtigkeit auftreten und auf sehr eigenthümliche, wahrscheinlich revolutionaire Verhältnisse schließen lassen; aber noch haben wir zur Zeit nicht hinlängliche Thatumstände gesammelt, um mit einiger Sicherheit auf die Bildungsart

schließen zu können; die Bildungszeit wird in die Molasseperiode fallen; das Phänomen, welches diese Geschiebe vereinigte und vielleicht mit der Erhebung des Schwarzwaldes in Verbindung stehet, wird daher früher statt gefunden haben, als die Kalkalpen sich bildeten.

6) Ungarn, Gallizien, Siebenbirgen rc. Die Killasformation tritt hier, wenn sie auch wirklich vorhanden ist (wie in einigen Thälern der Gegend von Lemberg) sehr unbedeutend zu Tage, die Hauptmasse der Gebirge wird durch die Flyschformation gebildet, unter welcher hie und da die Melssandsteine hervortreten. Das Granitgebilde ist wenig, das Trachytgebilde dagegen sehr verbreitet.

Ueber die niedrigen Granithügel von Presburg sind noch keine nähern geologischen Beziehungen aufgefunden, aber wahrscheinlich setzen sie die kristallinischen Gesteine der Gegend von Wienerisch-Neustadt fort, die von Alpenkalk bedeckt werden, und können sich aus der Killasformation in alter Zeit entwickelt haben. In der Tatra gehen die granitischen Gesteine unmittelbar in den Melssandstein über, möchten sich aus diesem durch Umbildung entwickelt und vielleicht erst nach der Flyschperiode erhoben haben. An der Südseite der Tatra und der Karpathen überhaupt, bei Schemnitz rc., wird die Melsformation verbreitet erscheinen, zum Theil grauwackenartig, selbst dem Glimmerschiefer ähnlich; in sehr inniger Beziehung zu diesen Gesteinen stehen Syenit, Grünstein, Porphyr rc. die wieder oft unmittelbar in Trachyte übergehen, umgeben mit ungemein vielen Trümmergesteinen, welche nicht selten mit tertiairem Grobkalke wechseln. Das Muttergestein dieser pyrotypischen Massen wird die Melsformation seyn, doch mögen sie sich auch zum Theil aus der Flyschformation entwickelt haben; der Syenit, Porphyr rc. kann schon in einer ältern Periode erzeugt seyn, aber das höchst verbreitete Trachytgebilde wurde zu Ende der tertiairen Epoche gebildet und wird daher wohl ziemlich gleichzeitig seyn mit den Graniten der westlichen Alpen und den deutschen Basalten. Die außerordentliche Verbreitung des Trachytgebildes lehrt, wie thätig da-

mals die vulkanischen Agentien in diesen Gegenden gewesen seyn müssen.

7. **Italien und Sicilien.** Alle ältern neptunischen Formationen werden hier fehlen, bis zum Flysch, der die Apenninenkette bildet, die von tertiairen Straten begleitet wird. Kristallinische Gesteine verschiedener Art zeigen sich häufig und unter Verhältnissen, die dafür sprechen, daß sie nur zu betrachten sind als Umbildungen von Kalk, Mergel und Sandstein der Flyschformation; alle geologischen Beziehungen der westlichen Alpen finden sich in den Apenninen wieder.

Daß der Dolomit, der kristallinische sogenannte Urkalk von Carara, der Bardiglio de Serravezza und ähnliche Gesteine in den dortigen, gewöhnlichen, petrefactenreichen Kalkstein übergehen und aus ihm durch Umbildung entstanden, beobachteten Guidoni und Savi (nuov. Giornal. de litterati 1829); Prof. Hoffmann hat es neuerlich bestätiget (Jahrbuch für Mineralogie, 1833, Pag. 102).

Sehr häufig treten in den Apenninen Serpentin, Euphotid und Grünstein auf, mehr kleine Auftreibungen als Lager bildend; sie stehen mit dem dunklen Flyschgebilde meist in solchen innern Beziehungen, daß sie nur als plutonische Modificationen desselben zu betrachten seyn werden.

In dem dunklen Flyschmergel erscheint häufig, wie bei Genua, ausgezeichneter Thonschiefer, ganz dem Killasschiefer gleich; in dem unmittelbarsten Zusammenhange mit Thonschiefer zeigen sich oft, wie im Toskanischen, Talk- und Glimmerschiefer, Gneis und ähnliche Gesteine, welche mit Dolomit und sogenanntem Urkalke sich verbinden, wodurch hohes Gebirg gebildet wird. Aus dem innigen Zusammenhange dieser Gesteine unter einander und mit den Straten des gewöhnlichen Apenninensandsteins (Macigno) schloß schon Passini 1831 (Annal. delle sc. del regno Lomb. Veneta. Fasc. 6.), daß diese kristallinischen Gesteine der Apenninen und südlichen Alpen durch Umbildung aus der Grünsandformation (unserm Flyschsandsteine) entstanden seyn würden. Die Kiesel- Thon-

Kalk- und Talkerde, aus denen die Flyschformation bestehet, brauchen, durch irgend einen Impuls angeregt, aus dem amorphischen in den kristallinischen Zustand überzugehen, sich mit einander nach verschiedenen Proportionen zu verbinden und es entstehet dann Feldspath, Glimmer 2c. durch diese aber Glimmer-, Talkschiefer, Gneis 2c. Der körnige Kalk des Monte Calvi bei Campiglia umschließt Hornblende, Augit, Lievrit, Granat, Quarz, Bleiglanz, Blende, Eisen- und Kupfererze, die sich durch Ausscheidung und Verbindung der chemischen Elemente bildeten, als die innern Thätigkeiten erregt wurden. Wir sehen hier, daß innerhalb der Flyschformation die Bedingungen liegen, aus sich selbst eine große Reihe von kristallinisch plutonischen Gesteinen zu entwickeln, deren Bildung stets mit größern oder geringern Auftreibungen und Erhebungen verbunden seyn wird. Es könnte gar nicht überraschen, hier auch auf gleiche Weise entstandene Porphyre und Granite zu finden; es ist daher wohl möglich, daß die Granite in Calabrien, so wie an einigen Punkten in Sicilien auch aus der Flyschformation entstanden seyn dürften.

Ueber die Bildungszeit der erwähnten kristallinischen Gesteine sind noch keine bestimmten Beobachtungen gemacht; da sie sich aus der Flyschformation selbst entwickelt haben, so müssen sie wohl jünger als die Kreide seyn und bei der großen Analogie der Apenninen mit den westlichen Alpen ist es wahrscheinlich, daß sich die kristallinischen Gesteine dort wie hier in der Diluvialzeit erhoben.

Durch Toscana, den Kirchenstaat und Neapel laufen eine Reihe von erloschenen, in der geschichtlichen Periode nicht thätig gewesenen Vulkanen, deren Gesteine sich anreihen theils an die Laven der activen Vulkane, theils an die trappartigen Massen in den Kalkalpen, theils an die vorher erwähnten kristallinischen Gesteine; so findet sich auf Stromboli ein Porphyr, unserm Psephitporphyre höchst ähnlich, auf Panaria und Basiluzzo ein granitartiger Trachyt. Bei Viterbo liegen, nach H. de la Beche (Geologie pag. 248) basaltische Gesteine auf vulkanischem Tuff mit Knochen großer Säugethiere

ganz wie in der **Auvergne** und stammen daher wohl aus der Diluvialzeit.

An die ausgebrannten reihen sich die jetzo thätigen Vulkane, der Aetna und Vesuv, deren Productionen immer den Character von Lava tragen, weil sie aus engen Oeffnungen stromartig ausfließen.

Erkennet man an, daß in Italien der Glimmerschiefer und Gneis, der Serpentin, Euphotid ꝛc. nur Producte der Flyschformation sind, dann scheint es möglich, daß aus derselben Formation auch die Laven ihren Ursprung nehmen können, die von jenen Gesteinen mehr der Form, als dem Wesen nach verschieden sind. Die nicht lavaartigen Auswürflinge jener thätigen Vulkane zeigen bloß Flyschkalk (Apenninenkalk), nie Stücke, die auf eine ältere Formation deuteten; wenn es auch wirklicher Granit und nicht granitischer Trachyt ist, den man zuweilen unter den Auswürflingen auffand, so folgt daraus nicht, daß dieser Granit aus einer ältern als der Flyschformation herstammt. Wirkliche Thatsachen, die dafür sprechen, daß der vulkanische Heerd unterhalb aller Formationen und der festen Erdrinde selbst seinen Sitz hätte, sind wohl noch nicht mit Sicherheit ermittelt. Schließen wir von dem Bekannten auf das Unbekannte, so scheint es am natürlichsten, unsern Laven denselben Ursprung zu geben, als den übrigen kristallinischen Gesteinen und sie als Umbildungen von Flyschstraten zu betrachten. Eben so wie manche Straten geeignet sind, einen Gasbildungsprozeß, andere einen Schwefel-Gyps- Salzbildungsprozeß zu unterhalten, so scheinen gewisse Gebirgstheile in innerer chemischer Action, in einer Art von Gährungsprozesse begriffen zu seyn, deren Product eben die Lava ist, die wir daher als Flyschlava so lange bezeichnen möchten, bis dargethan wird, daß sie aus einer ältern Formation stammt; wird ermittelt, daß in den Umgebungen des Aetna und Vesuv die wirkliche Killasformation hervortritt, so wird man in dieser den vulkanischen Heerd anzunehmen haben.

Auf den Inseln längst Italien, in Sardinien, Corsika, Elba findet sich viel Granit und Glimmerschiefer; in Sardinien soll wirkliche Grauwacke mit Productus, Schraubensteinen, ganz wie am Harze vorkommen; ist dem so, dann wird man auch die kristallinischen Gesteine als Killasgranite ꝛc. zu bestimmen haben.

8) Das südliche Frankreich. Das große Centralplateau der Cevennen, durchschnitten von vielen tiefen Thälern, bestehet vorzugsweise aus Gneis mit untergeordnetem Granit, Porphyr ꝛc., der öfter in Thonschiefer übergehet und möchte wohl schon in einer alten Periode durch Umbildung aus Killasstraten entstanden seyn, da an manchen Punkten die Gritformation aufzuliegen scheint, aus welcher sich einige trappartige Porphyre entwickelt haben mögen. Bei fehlender Psephitformation finden sich auch keine rothen Porphyre. Ueber dem Steinkohlengebilde liegt in Burgund der Arkosesandstein, der oft so unmerklich in Granit übergehet, daß derselbe sich vielleicht auf eine ähnliche Art aus jenen Sandsteinen entwickelt haben könnte, wie die Porphyre aus dem rothen Sandsteine.

In der Auvergne breiten sich ähnliche Granite aus, die zuweilen unter oder aus dem Steinkohlengebilde sich hervorgehoben zu haben scheinen; aus diesen findet ein unmittelbarer Uebergang statt in das dort sehr entwickelte Trachytgebilde, welches eine Reihe erloschener Vulkane trägt und in innigster Beziehung steht zu Basalten und vulkanischen Trümmergesteinen, die theils über Süßwasserkalk liegen, theils über tertiairen Diluvialgeröllen, reich an Knochen von antediluvianischen Landthieren, wie am Mont-Perrier. Während in den vulkanischen Gruppen von Clermont, Mont d'or und Cantal, vorzugsweise Trachyt herrscht, große domartige Auftreibungen bildend, so waltet dagegen in Velais und Vivarais Basalt vor, der mauerförmig sich aus Spalten erhebt, oder einzelne Kegel darstellt, die das Ausgehende von Gängen bilden. Trachyt und Basalt dürften dasselbe Muttergestein haben, das sich in Basalt umbildete, wenn die erweichte Masse

durch Spalten heraufdringen mußte und als Trachyt erscheint, wo dem Auftreten sich keine Schwierigkeiten entgegensetzten; die domartigen Auftreibungen und der innige Zusammenhang mit Granit möchten klar dafür sprechen, daß der Bildungsact gar nicht in großer Tiefe, sondern im Gegentheile in den obern Granitmassen selbst statt hatte. Die bildende Thätigkeit erlosch gewöhnlich mit einer einfachen Auftreibung; wo dieß aber nicht der Fall war, bildeten sich vulkanische Phänomene, wurden Trümmergesteine ausgeworfen, erhoben sich Laven und Basalte. So verbreitet auch das Trachyt-Basaltgebilde in Frankreich ist, so wird es doch nur einer Zeitperiode und zwar einer sehr neuen angehören; denn es bedeckt, wie erwähnt, Trümmergesteine voll Knochen großer Landthiere, hat auch die Schichten von tertiairem Süßwasserkalke verrückt und Stücke davon umhüllt. Wir haben daher Grund anzunehmen, daß alle die dortigen vulkanischen Phänomene in das Ende der tertiairen Epoche oder in die Diluvialzeit fallen und gleichzeitig seyn werden mit der Erhebung der ähnlichen Gesteine in Italien, Deutschland, Ungarn, dem Emportreten der westlichen Alpen ꝛc.

9) **Die Pyrenäen, Spanien und Portugal.** Nach den neuen Untersuchungen von Dufresnoy kann wohl nicht bezweifelt werden, daß die Pyrenäen in ihrem innern Baue die größte Aehnlichkeit mit den westlichen Alpen haben. Es kann seyn, daß hier die Killasformation vorkommt, auf jeden Fall aber wird die Hauptmasse des Gebirges durch die Flyschformation gebildet, die hier wie in den westlichen Alpen in ihrem Aeußern oft ganz den Character des sogenannten Uebergangsgebirges annimmt. Häufig erscheint das Granitgebilde, welches z. B. am Mont perdu zu sehr bedeutenden Höhen ansteigt. In der Nähe dieser Granite treten die Flyschstraten sehr hoch über ihr gewöhnliches Niveau und viele Verhältnisse sprechen dafür, daß die Erhebung der Pyrenäen in die Zeit nach der Kreideformation fällt, daher wohl mit dem Emporsteigen der Schweitzer Alpen

26

gleichzeitig seyn wird *). Hat es seine Richtigkeit, daß die Granite wirklich von Killasstraten umgeben werden, so werden diese wohl als das Muttergestein der Granite zu betrachten seyn; doch bedarf dieses noch näherer Untersuchung. In den niedern Gegenden treten aus den dunklen Flyschstraten häufig Massen von Grünstein und Serpentin (sogenannter Ophit) hervor, die wohl auch in Beziehung mit Gypsstöcken stehen und viel Analogie mit den ähnlichen Gesteinen in den Apenninen haben; sie werden sich aus der Flyschformation selbst wahrscheinlich in der Diluvialzeit entwickelt haben.

Uebrigens zeigt sich in Spanien das Granitgebilde noch häufig, theils als Gebirge, theils als Hochebene. Ist es hier wirklich von Killas- oder sogenanntem Uebergangsgebirge begleitet, so wird es sich wahrscheinlich aus diesem und wohl in einer alten Epoche entwickelt haben.

Das Basaltgebilde mit erloschenen Vulkanen ist in Spanien wie in Portugal sehr verbreitet; an manchen Punkten, wie bei Lissabon, kommt es ganz in der Nähe von Flyschstraten vor, ob diese aber als Muttergestein davon zu betrachten sind, können erst speciellere Untersuchungen lehren. Auf jeden Fall aber war in jenen Gegenden die vulkanische Thätigkeit unmittelbar vor Anfang der jetzigen Epoche ungemein thätig, und es wütheten dort, wie in Frankreich und Deutschland eine Menge Vulkane in der Diluvialzeit.

10. In Griechenland und der benachbarten Europäischen Türkei nimmt das Granitgebilde bedeutende Landstriche ein; den unvollkommnen Nachrichten nach, die wir davon haben, scheint dieses großentheils wenigstens alter Entstehung zu seyn. Verbreitet vorzüglich auf den Inseln, zeigt sich auch das Trachyt- und Basaltgebilde mit vielen erloschenen

*) Conf. Dufresnoy in dem Bulletin de la Soc. géologique II. 1831. Pag. 75.

Vulkanen, welches wahrscheinlich in der Diluvialzeit hervortrat.

11. Ueber das Muttergestein und die Auftretungszeit der kristallinischen Gebilde außerhalb Europa fehlen uns noch nähere Beobachtungen, doch aber liegen schon einige Thatsachen vor, die darauf hindeuten, daß manche Gebirgszüge sehr neuer Entstehung seyn werden.

Der unter dem Namen des Besh bekannte Theil des Kaukasus bestehet vorwaltend aus einem Trachytgebilde, in dessen Nähe bis 3000′ hoch tertiaire Kalkstraten erhoben sind (die zum Theil jetzo noch lebende Conchylien enthalten), die von hier durch Podolien, Volhynien, bis an das schwarze Meer mit einem ganz niedern Niveau fortsetzen und daraus schließt Dr. Herrmann (Poggendorf's Annalen 1831, Band 22 pag. 350), daß der ganze Kaukasus in der Diluvialperiode erhoben seyn wird.

Das Himalhayagebirge ist reich an granitischen Gesteinen, aber in den fast höchsten Gebirgsgegenden über der Schneegrenze liegen Flötzstraten, reich an Ammoniten und andern Petrefacten, die größtentheils noch vollkommen ihre Schaale haben und jungen Flötzformationen angehören werden; daher scheint auch dieses Gebirge in sehr neuer Zeit erhoben.

Im südlichen Amerika ist ein Granitgebilde sehr verbreitet; ob es aber aus den Killasgesteinen und in einer alten Epoche zu Tage getreten seyn wird, darüber fehlt es noch an Nachweisungen; so deutlich die ältesten, neptunischen Formationen in Nord-Amerika vortreten, so wenig sind sie bis jetzo in Süd-Amerika nachgewiesen; es scheint, daß sie hier gänzlich fehlen. Aus dem granitischen Gebilde erheben sich die ungeheuersten Trachytmassen, die mit einer Menge ausgebrannter und thätiger Vulkane in Verbindung stehen. Nirgends fast ist die vulkanische Thätigkeit so rege als in diesen Gegenden, wo nicht allein einzelne Vulkane auswerfen, sondern noch in ganz neuer Zeit eine ganze Gebirgsmasse aufschwoll, und zwar unter Umständen, die dafür sprechen, daß die Masse nicht aus dem Erdkerne, unterhalb der festen Erdrinde, heraustrat, sondern

daß eine nicht tief liegende Gebirgsschicht in chemische Thätigkeit gerieth und aufschwellend sich erhob. Alle dortige vulkanischen Erscheinungen möchten einer sehr neuen Zeit angehören, und es ist wohl nicht unwahrscheinlich, daß die großartigsten Phänomene gleichzeitig seyn möchten mit den großen vulkanischen Regungen in Europa und in die Diluvialzeit fallen. Eben diese Zeit mag auch die Menge erloschener Vulkane erzeugt haben, welche Amerika umgeben.

V. Geologischer Rückblick.

1. Wohl ohne Zweifel liegen die Bildungsräume, oder vulkanischen Heerde mancher pyrotypischer Gesteine, z. B. gewisser Porphyre in uns wohl bekannten Straten und wenn nicht alle, doch bei weitem die meisten kristallinischen Massen werden aus den uns bekannten Formationen sich entwickelt haben; viele entsprangen aus der Killas-, andere aus der Mels-, Psephit- und Nebraformation; von den jüngern Straten scheint nur die Molasse und Flyschformation, im südlichen Europa, als Muttergestein ähnlicher kristallinischer Massen aufzutreten.

2. Was die Bildungszeiten betrifft, so mögen einzelne plutonisch-vulkanische Massen zu allen Zeiten aufgetreten seyn, wie es noch gegenwärtig der Fall ist; aber gewiß hat es auch gewisse Zeiten gegeben, wo die innern Thätigkeiten auf eine ganz außerordentliche Art wirkten und mit einer Energie, die sich mit der jetzigen nicht wohl vergleichen läßt. Als Erdepochen, wo sich vorzugsweise kristallinische Gesteine erhoben, möchten folgende zu betrachten seyn.

a) Die Killasperiode, innerhalb oder zu Ende welcher sich das Granitgebilde in England, in Schlesien, den Vogesen, Thüringerwalde und an mehreren Punkten entwickelt haben mag.

b) Die Psephitperiode, innerhalb welcher sehr viele Porphyre in Sachsen, Schlesien, Böhmen, Zweybrückschen rc. gebildet wurden.

In den spätern Flötzperioden scheint, unsern jetzigen Kenntnissen nach, eine große Ruhe geherrscht zu haben und die

Behauptung möchte wohl sehr gewagt erscheinen, daß zwischen zwei auf einander fallenden Flötzperioden sich immer mächtige Gebirge erhoben hätten. Erst in der Molasseperiode erzeugten sich wieder Granitmassen, wenn es sich bestätiget, daß die Erhebung des Schwarzwaldes in diese Zeit fällt und zu Ende der Flyschperiode finden wir in den Alpen wieder Spuren von vulkanischen Eruptionen.

c) Die Diluvialzeit. Das Ende der tertiairen Epoche wird durch das Auftreten so außerordentlicher vulkanisch-plutonischer Massen bezeichnet, daß hier die umbildenden vulkanischen Thätigkeiten auf eine Art erregt erscheinen, wie vielleicht in keiner der frühern Perioden; die hier auftretenden kristallinischen Gebilde veränderten wesentlich die Oberfläche der Erde und unsere thätigen Vulkane scheinen ein schwacher Nachhall jener ungemein bewegten Zeit zu seyn, nur noch vereinzelte Regungen der damals sehr allgemein wirksamen Thätigkeiten.

Das in diese Zeit fallende Auftreten wohl aller Basalte und Trachyte in Deutschland, England, Frankreich, Ungarn ꝛc. und der vielen erloschenen Vulkane, die wir auch in Portugal, Spanien, Italien und an unzähligen Punkten außerhalb Europa finden, schon dieses lehrt, wie verbreitet und energisch damals die vulkanische Thätigkeit wirkte; in derselben Zeit werden die westlichen Alpen mit ihren Graniten aufgestiegen seyn, werden sich Granite und Syenite in Sachsen, am Harze, in Skandinavien, wahrscheinlich auch in Schottland erhoben haben, werden am Kaukasus und andern Gebirgen ähnliche Phänomene statt gehabt haben; alles dieses deutet auf eine außerordentliche allgemeine Revolution, macht es auch wahrscheinlich, daß die Erhebungen des Bodens, die in mehreren Ländern nach der Kreidebildung statt hatten, ohne daß wir ihren Zusammenhang mit kristallinischen Massen beobachten oder ihre Bildungszeit genau bestimmen könnten, in jenen revolutionairen Zeitraum fallen werden.

Aus rein geognostischen Gründen werden wir dahin geführt, zu Ende der tertiairen Epoche ein außerordentliches

Phänomen, oder eine Cataclysme anzunehmen, indem eine mächtige vulkanisch-plutonische Revolution sich ereignete, welche von dem wesentlichsten Einfluße auf die jetzige Gestalt der Erdoberfläche war.

Auch in der organischen Welt ist eine in jene Zeit fallende, wesentliche Veränderung kaum wohl zu verkennen, denn, wenn in den tertiairen Straten auch viele Organismen vorkommen, welche den jetzo lebenden gleich sind, so war doch die Flora und Fauna, im Allgemeinen betrachtet, eine andere als jetzo, wie sich daraus schon ergiebt, daß wir nicht aus den Gesteinen, sondern aus den Petrefacten vorzüglich die tertiairen Straten bestimmen.

Die Organismen lehren ferner, daß zwischen der tertiairen und actuellen Periode sich der physicalische Zustand der Erde wesentlich verändert haben wird, daß das südliche Europa wenigstens unter der heißen Zone lag, daß wenigstens ein gemäßigtes Klima sich bis zum jetzigen ewigen Eis des Nordens ausbreitete; das Klima hat sich daher sehr verändert, und zwar so wesentlich, daß die Veränderung wohl nicht von einzelnen Localursachen herrühren kann, sondern allein ableitbar seyn wird von einer Veränderung der Erdaxe, die wahrscheinlich ganz plötzlich eintrat.

Liegen die Beweise von einer großen vulkanischen Aufregung der ganzen Erdrinde vor unsern Augen, hat sich in einer gleichen Zeitperiode die Erdaxe und das ganze organische Reich bedeutend verändert, so würde man anerkennen müssen, daß bei Eintritt der jetzigen Zeit eine große Natur-Revolution statt gefunden hat, wenn auch hierüber gar keine Traditionen vorhanden wären. Da aber alle alten Völker ihre Geschichte mit einer großen Calaclysme beginnen, so ist es erfreulich zu sehen, wie sich hier Geognosie und Geschichte die Hand bieten und zu einem gleichen Resultate kommen. Den Grund dieser großen Revolution wo möglich zu ermitteln, ist die Sache der Geologie und nicht der Geognosie.




Digitized by Google